

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-286853

(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

(21)Application number : 2000-071518

(71)Applicant : NORTEL NETWORKS LTD

(22)Date of filing : 15.03.2000

(72)Inventor : DAVID MCDONALD DELANEY  
PETER MARTIN KENNETH COTLOW  
ALAN JAMES HAREN

(30)Priority

Priority number : 99 270733

Priority date : 16.03.1999

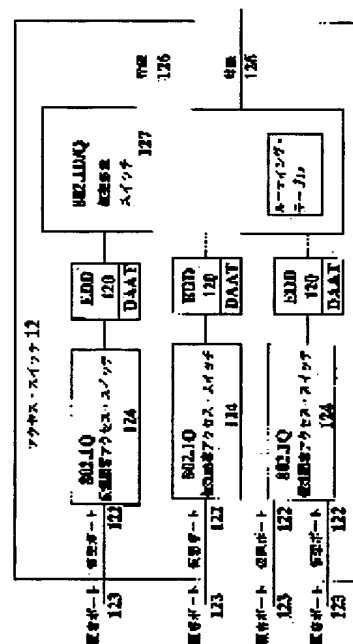
Priority country : US

## (54) METHOD AND DEVICE FOR ROUTING PACKET

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To permit a network service provider to supply multiple virtual LAN by routing a packet in accordance with respective exit addresses and limiting the routing to a virtual port belonging to a virtual port set containing an entrance virtual port.

**SOLUTION:** Respective exit addresses are allocated to respective packets coming to a network through an entrance virtual port. When the correspondence of a destination address and the exit address is learnt, the exit address corresponds to the destination address of the coming packet. The packet is routed in accordance with the exit address and the routing is limited to the virtual port belonging to a virtual port set containing the entrance virtual port. In an access switch 12, for example, physical customer ports 123 correspond to the virtual ports 122 by one to one. The customer switch 124 communicates with customer LAN connected through the customer port 123 by using a prescribed protocol.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.12.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-286853

(P2000-286853A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 L 12/28

識別記号

F I

H 0 4 L 11/00

テーマコード(参考)

3 1 0 D

審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2000-71518(P2000-71518)

(22) 出願日 平成12年3月15日(2000. 3. 15)

(31) 優先権主張番号 09/270733

(32) 優先日 平成11年3月16日(1999. 3. 16)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390023157

ノーテル・ネットワークス・リミテッド  
NORTEL NETWORKS LIM  
I T E D

カナダ国、エイチ2ワイ 3ワイ4, ケベ  
ック, モントリオール, エスティ. アント  
イン ストリート ウェスト 380 ワー  
ルド トレード センタ オブ モントリ  
オール 8フロア

(74) 代理人 100081721

弁理士 岡田 次生 (外4名)

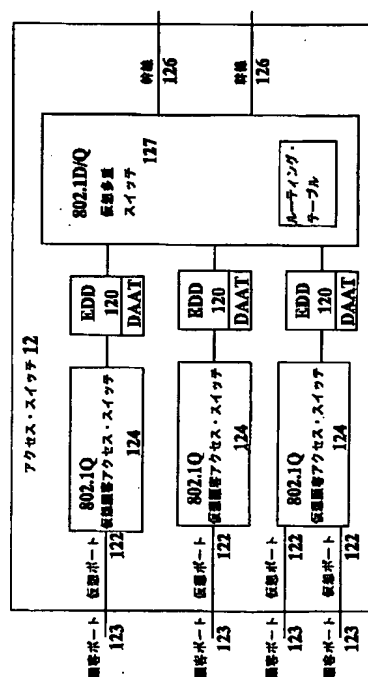
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パケットをルーティングする方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 ネットワーク・サービス・プロバイダーが、き  
わめて多数のVLANを提供することができるようにす  
る。

【解決手段】 複数の仮想ポート・セットのそれぞれに、  
それぞれの別個のブロードキャスト・アドレスを割り当  
てる。仮想ポートは、複数のセットに属することはない。  
入口仮想ポートを介してネットワークに到来するそ  
れぞれのパケットに、それぞれの出口アドレスを割り当  
てる。宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわ  
かっているとき、出口アドレスは、到来パケットの宛先  
アドレスに対応する。宛先アドレスおよび出口アドレス  
の間の対応がわからないとき、出口アドレスは、入口仮  
想ポートを含むセットに対応するブロードキャスト出口  
アドレスである。パケットは、出口アドレスに従ってル  
ーティングされ、ルーティングは、入口仮想ポートを含  
む仮想ポート・セットに属する仮想ポートに制限され  
る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の別個の仮想ポート・セットを有する通信ネットワークを介してパケットをルーティングする方法であって、仮想ポートは、2以上の別個のセットに属することはなく、それぞれの別個の仮想ポート・セットには、それぞれの別個のブロードキャスト・アドレスが割り当てられており、

宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわかっているときには、それぞれの出口アドレスが、入来パケットのそれぞれの宛先アドレスに対応し、宛先アドレスおよび出口アドレスとの間の対応がわからないときには、それぞれの出口アドレスは、入口仮想ポートを含むセットに対応するブロードキャスト出口アドレスであるよう、前記入口仮想ポートを介してネットワークに入来するそれぞれのパケットに、それぞれの出口アドレスを割り当てるステップと、

ルーティングが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する仮想ポートに制限されるよう、それぞれの前記出口アドレスに従ってパケットをルーティングするステップと、  
を含むパケットをルーティングする方法。

【請求項 2】前記パケットの宛先アドレスがユニキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよびユニキャスト出口アドレスの間の対応がわかっているとき、前記出口アドレスを割り当てるステップは、前記ユニキャスト出口アドレスを割り当てるステップを含み、前記ユニキャスト出口アドレスは、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する出口仮想ポートに対応し、前記宛先アドレスは、該出口仮想ポートからアクセス可能であり、  
前記パケットをルーティングするステップが、パケットを前記出口仮想ポートにルーティングするステップを含むようにした請求項 1 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 3】前記パケットの宛先アドレスがユニキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわからないとき、  
前記出口アドレスを割り当てるステップが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てるステップを含み、  
前記パケットをルーティングするステップが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットのうちの、前記入口仮想ポート以外のそれぞれの仮想ポートに、前記パケットをルーティングするステップを含むようにした請求項 1 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 4】前記パケットの宛先アドレスがマルチキャスト・アドレスであるとき、  
前記出口アドレスを割り当てるステップが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てるステップを含み、

前記パケットをルーティングするステップが、前記入口仮想ポート以外の、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットのそれぞれの仮想ポートに、前記パケットをルーティングするステップを含むようにした請求項 1 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 5】前記パケットの宛先アドレスがマルチキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよびマルチキャスト出口アドレスの間の対応がわかっているとき、前記出口アドレスを割り当てるステップは、前記マルチキャスト出口アドレスを割り当てるステップを含み、該マルチキャスト出口アドレスが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する複数の仮想ポートに対応し、

前記パケットをルーティングするステップが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する前記複数の仮想ポートのそれぞれに、パケットをルーティングするステップを含むようにした請求項 1 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 6】前記パケットがネットワークに入来する仮想ポートに対応するそれぞれの入口アドレスを、それぞれのパケットに割り当てるステップと、

割り当てられた前記入口アドレスを使用して、アドレス対応テーブルにエントリを生成するステップと、  
前記アドレス対応テーブルを使用して、宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応を判断するステップとを含む請求項 1 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 7】入口仮想ポートを介して前記ネットワークに入来するそれぞれのパケットに、該パケットに割り当てられたそれぞれの出口アドレスを付加して、対応するカプセル化パケットを提供するステップと、

前記パケットにカプセル化された割り当てられた出口アドレスに従って、該カプセル化パケットを、前記ネットワークにおいてルーティングするステップと、  
前記ネットワークの出口仮想ポートで受け取ったそれぞれのカプセル化パケットから、前記パケットに割り当てられた出口アドレスを除去して、カプセル分解されたパケットを提供するステップとを含む請求項 1 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 8】前記パケットが前記ネットワークに入来する入口仮想ポートに対応するそれぞれの入口アドレスを、前記ネットワークに入来するそれぞれのパケットに割り当てるステップと、

対応するカプセル化パケットを提供する際に、前記ネットワークに入来するそれぞれのパケットに、前記割り当てられた入口アドレスを付加するステップと、  
前記ネットワークのそれぞれの仮想ポートに関連づけられたアドレス対応テーブルであって、複数の出口アドレスのそれぞれを、少なくとも 1 つの対応する宛先アドレスに対応づけるアドレス対応テーブルを維持するステップと、

前記アドレス対応テーブルを使用して、宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応を判断するステップとを含み、

入口仮想ポートを介して前記ネットワークに入来する、ソース・アドレスを含むパケットを受け取る時に、前記アドレス対応テーブルが、いずれの宛先アドレス・フィールド内にも前記ソース・アドレスを含まないとき、宛先アドレス・フィールド内にソース・アドレスを含み、対応する出口アドレス・フィールド内に入口アドレスを含むエントリを、前記入口仮想ポートに関連づけられた前記アドレス対応テーブルに追加し、

前記ネットワークの仮想ポートにおいて、ソース・アドレスおよび入口アドレスを含むカプセル化パケットの受け取り時に、前記アドレス対応テーブルが、いずれの宛先アドレス・フィールド内にも前記ソース・アドレスを含まないとき、宛先アドレス・フィールド内にソース・アドレスを含み、対応する出口アドレス・フィールド内に入口アドレスを含むエントリを、前記仮想ポートに関連づけられた前記アドレス対応テーブルに追加するようにした請求項 7 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 9】前記それぞれの出口アドレスに従ってパケットをルーティングするステップが、前記ネットワークの幹線を介して前記パケットをルーティングするステップを含み、

前記パケットに、別個の仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスが割り当てられるとき、前記パケットをルーティングするステップが、前記ブロードキャスト出口アドレスに対応する仮想ポート・セット内の仮想ポートに達するのに必要な幹線のみを含む幹線の制限されたセットを介して、前記パケットをルーティングするステップを含むようにした請求項 1 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 10】前記パケットをそれぞれの前記出口アドレスに従ってルーティングするステップが、前記パケットを、前記ネットワークの幹線を介してルーティングするステップを含み、

前記パケットに、仮想ポート・セット内の複数の仮想ポートに対応するマルチキャスト出口アドレスが割り当てられたとき、前記パケットをルーティングするステップが、前記マルチキャスト出口アドレスに対応する複数の仮想ポート内の仮想ポートに達するのに必要な幹線のみを含む幹線の制限されたセットを介して、前記パケットをルーティングするステップを含むようにした請求項 5 に記載のパケットをルーティングする方法。

【請求項 11】複数の別個の仮想ポート・セットであって、仮想ポートは、2 以上のセットに属することが無く、それぞれの別個のセットには、それぞれの別個のブロードキャスト・アドレスが割り当てられる複数の別個の仮想ポート・セットと、

宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわかっているときには、それぞれの出口アドレスは入来パケットのそれぞれの宛先アドレスに対応し、宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわからないときには、それぞれの出口アドレスは、入口仮想ポートを含むセットに対応するブロードキャスト出口アドレスであるよう、前記入口仮想ポートを介して前記ネットワークに入来するそれぞれのパケットに、それぞれの出口アドレスを割り当てるよう動作することができる少なくとも 1 つのアドレス割当て機構と、

ルーティングが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する仮想ポートに制限され、前記パケットを、それぞれの出口アドレスに従ってルーティングするよう動作することができる少なくとも 1 つのルータと、を備える通信ネットワーク。

【請求項 12】前記パケットの宛先アドレスがユニキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよびユニキャスト出口アドレスの間の対応がわかっているとき、それぞれのアドレス割当て機構が、前記ユニキャスト出口アドレスを割り当てるよう動作することができ、前記ユニキャスト出口アドレスが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する出口仮想ポートに対応し、前記宛先アドレスが、該出口仮想ポートからアクセス可能であり、それぞれのルータが、前記パケットを前記出口仮想ポートにルーティングするよう動作することができる請求項 11 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 13】前記パケットの宛先アドレスがユニキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわからないとき、それぞれのアドレス割当て機構が、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに、対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てるよう動作することができ、それぞれのルータが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットのうちの、前記入口仮想ポート以外のそれぞれの仮想ポートに、前記パケットをルーティングするよう動作することができる請求項 11 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 14】前記パケットの宛先アドレスがマルチキャスト・アドレスであるとき、それぞれのアドレス割当て機構が、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに、対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てるよう動作することができ、それぞれのルータが、前記入口仮想ポート以外の、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットのそれぞれの仮想ポートに、前記パケットをルーティングするよう動作することができる請求項 11 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 15】前記パケットの宛先アドレスがマルチキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよびマル

10

20

30

40

50

チキャスト出口アドレスの間の対応がわかっているとき、  
それぞれのアドレス割当て機構が、前記マルチキャスト  
出口アドレスを割り当てるよう動作することができ、該  
マルチキャスト出口アドレスは、前記入口仮想ポートを  
含む仮想ポート・セットに属する複数の仮想ポートに対  
応し、

それぞれのルータが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポ  
ート・セットに属する前記複数の仮想ポートのそれぞれ  
に、前記パケットをルーティングするよう動作すること  
ができる請求項 11 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 16】前記それぞれのアドレス割当て機構が、  
アドレス対応テーブルを備え、

前記パケットが前記ネットワークに到来する仮想ポート  
に対応するそれぞれの入口アドレスを、前記パケットに  
割り当て、

前記割り当てられた入口アドレスを使用して、アドレス  
対応テーブルにエントリを生成し、

前記アドレス対応テーブルを使用して、宛先アドレスお  
よび出口アドレスの間の対応を判断するよう動作するこ  
とのできる請求項 11 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 17】前記それぞれのアドレス割当て機構が、  
入口仮想ポートを介して前記ネットワークに到来するそ  
れぞれのパケットに、前記パケットに割り当てられたそ  
れぞれの出口アドレスを付加し、対応するカプセル化パ  
ケットを提供するカプセル化機構と、  
前記ネットワークの出口仮想ポートで受け取ったそれぞ  
れのカプセル化パケットから、前記パケットに割り当て  
られた出口アドレスを除去して、カプセル分解されたパ  
ケットを提供するカプセル分解機構とを備える請求項 1  
1 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 18】それぞれのアドレス割当て機構が、  
前記パケットが前記ネットワークに到来する入口仮想ポ  
ケットに対応するそれぞれの入口アドレスを、前記ネッ  
トワークに到来するそれぞれのパケットに割り当て、  
対応するカプセル化パケットを提供する際に、前記ネッ  
トワークに到来するそれぞれのパケットに、前記割当て  
られた入口アドレスを付加し、

複数の出口アドレスのそれぞれを、少なくとも 1 つの対  
応する宛先アドレスに対応づけるアドレス対応テーブル  
を維持し、

前記アドレス対応テーブルを使用して、宛先アドレスお  
よび出口アドレスの間の対応を判断するよう動作するこ  
とができ、

入口アドレスに対応する仮想ポートを介して前記ネッ  
トワークに到来するソース・アドレスを含むパケットを受  
け取る時、前記アドレス対応テーブルが、いずれの宛先  
アドレス・フィールド内にも前記ソースアドレスを含ま  
ないとき、前記アドレス割当て機構が、宛先アドレス・  
フィールド内に前記ソース・アドレスを含み、対応する

出口アドレス・フィールド内に前記入口アドレスを含む  
エントリを、前記アドレス対応テーブルに追加するよう  
にし、

前記ネットワークの仮想ポートにおいてソース・アドレ  
スおよび入口アドレスを含むカプセル化パケットを受け  
取る時、前記アドレス対応テーブルが、いずれの宛先ア  
ドレス・フィールド内にも前記ソース・アドレスを含ま  
ないとき、前記アドレス割当て機構が、宛先アドレス・  
フィールド内に前記ソース・アドレスを含み、対応する  
出口アドレス・フィールド内に前記入口アドレスを含む  
エントリを、前記仮想ポートに関連づけられた前記アド  
レス対応テーブルに追加するようにした請求項 17 に記  
載の通信ネットワーク。

【請求項 19】前記ネットワークのルータを相互接続す  
る複数の幹線を備え、

それぞれのルータは、前記ネットワークの幹線を介して  
前記パケットをルーティングするよう動作することがで  
き、

前記パケットに、別個の仮想ポート・セットに対応する  
ブロードキャスト出口アドレスが割り当てられるとき、  
それぞれのルータが、前記ブロードキャスト出口アドレ  
スに対応する仮想ポート・セット内の仮想ポートに達す  
るのに必要な幹線のみを含む幹線の制限されたセットを  
介して、前記パケットをルーティングするよう動作する  
ことができる請求項 11 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 20】前記ネットワークのルータを相互接続す  
る複数の幹線を備え、

それぞれのルータが、前記ネットワークの幹線を介して  
前記パケットをルーティングするよう動作することがで  
き、

前記パケットに、別個の仮想ポート・セット内の複数の  
仮想ポートに対応するマルチキャスト出口アドレスが割  
り当てられるとき、それぞれのルータが、前記マルチキ  
ャスト出口アドレスに対応する前記複数の仮想ポート内  
の仮想ポートに達するのに必要な幹線のみを含む幹線の  
制限されたセットを介して、前記パケットをルーティン  
グするよう動作することができる請求項 15 に記載の通  
信ネットワーク。

【請求項 21】通信ネットワークのためのルーティング  
装置であって、

複数の別個の仮想ポート・サブセットであって、仮想ポ  
ートは、別個のサブセットのうち 2 以上のサブセットに  
属することが無く、それぞれの別個のサブセットは、ネ  
ットワークのそれぞれの別個の仮想ポート・セットのサ  
ブセットであり、それぞれの別個のセットに、それぞれ  
の別個のブロードキャスト・アドレスが割り当てられ  
た、仮想ポートの複数の別個のセットと、

宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわかっ  
ているときには、それぞれの出口アドレスは、入来パケッ  
トのそれぞれの宛先アドレスに対応し、宛先アドレスお

よび出口アドレスの間の対応がわからないときには、それぞれの出口アドレスが、入口仮想ポートを含むセットに対応するブロードキャスト出口アドレスであるよう、ルーティング装置の入口仮想ポートを介して前記ネットワークに到来するそれぞれのパケットに、それぞれの出口アドレスを割り当てるよう動作することができる少なくとも1つのアドレス割当て機構と、ルーティングが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する仮想ポートに制限され、前記パケットを、それぞれの前記出口アドレスに従ってルーティングするよう動作することができる少なくとも1つのルータと、を備えるルーティング装置。

【請求項22】前記パケットの宛先アドレスがユニキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよびユニキャスト出口アドレスの間の対応がわかっているとき、それぞれのアドレス割当て機構は、前記ユニキャスト出口アドレスを割り当てるよう動作することができ、前記ユニキャスト出口アドレスが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する出口仮想ポートに対応し、前記宛先アドレスが、前記出口仮想ポートからアクセス可能であり、それぞれのルータが、前記パケットを、前記出口仮想ポートにルーティングするよう動作することができる請求項21に記載のルーティング装置。

【請求項23】前記パケットの宛先アドレスがユニキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわからないとき、それぞれのアドレス割当て機構が、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てるよう動作することができ、それぞれのルータが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットのうちの、前記入口仮想ポート以外のそれぞれの仮想ポートに、前記パケットをルーティングするよう動作することができる請求項21に記載のルーティング装置。

【請求項24】前記パケットの宛先アドレスがマルチキャスト・アドレスであるとき、それぞれのアドレス割当て機構が、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てるよう動作することができ、それぞれのルータが、前記入口仮想ポート以外の、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットのそれぞれの仮想ポートに、前記パケットをルーティングするよう動作することができる請求項21に記載のルーティング装置。

【請求項25】前記パケットの宛先アドレスがマルチキャスト・アドレスであり、前記宛先アドレスおよびマルチキャスト出口アドレスの間の対応がわかっているとき、

それぞれのアドレス割当て機構が、前記マルチキャスト出口アドレスを割り当てるよう動作することができ、前記マルチキャスト出口アドレスが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する複数の仮想ポートに対応し、

それぞれのルータが、前記入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する前記複数の仮想ポートのそれぞれに、前記パケットをルーティングするよう動作することができる請求項21に記載のルーティング装置。

10 【請求項26】それぞれのアドレス割当て機構が、アドレス対応テーブルを備え、それぞれの入口アドレスが、前記パケットが前記ネットワークに到来する仮想ポートに対応するそれぞれの入口アドレスを、それぞれのパケットに割り当て、割り当てられた入口アドレスを使用して、アドレス対応テーブルにエントリを生成し、前記アドレス対応テーブルを使用して、宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応を判断するよう動作することができる請求項21に記載のルーティング装置。

20 【請求項27】それぞれのアドレス割当て機構が、入口仮想ポートを介して前記ネットワークに到来するそれぞれのパケットに、前記パケットに割り当てられたそれぞれの出口アドレスを付加し、対応するカプセル化パケットを提供するカプセル化機構と、前記ネットワークの出口仮想ポートで受け取ったそれぞれのカプセル化パケットから、前記パケットに割り当てられた出口アドレスを除去して、カプセル分解されたパケットを提供するカプセル分解機構を備える請求項21に記載のルーティング装置。

30 【請求項28】それぞれのアドレス割当て機構が、前記パケットが前記ネットワークに到来する入口仮想ポートに対応するそれぞれの入口アドレスを、前記ネットワークに到来するそれぞれのパケットに割り当て、対応するカプセル化パケットを提供する際に、前記ネットワークに到来するそれぞれのパケットに、前記割り当てられた入口アドレスを付加し、アドレス対応テーブルが複数の出口アドレスのそれぞれを、少なくとも1つの対応する宛先アドレスに対応づけるアドレス対応テーブルを維持し、

40 前記アドレス対応テーブルを使用して、宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応を判断するよう動作することができ、入口アドレスに対応する仮想ポートを介してネットワークに到来するソース・アドレスを含むパケットを受け取る時、前記アドレス対応テーブルが、いずれの宛先アドレス・フィールド内にも前記ソース・アドレスを含まないとき、前記アドレス割当て機構が、宛先アドレス・フィールド内に前記ソース・アドレスを含み、対応する出口アドレス・フィールド内に前記入口アドレスを含むエントリを、前記アドレス対応テーブルに追加するよう動

作することができ、

前記ネットワークの仮想ポートを介してソース・アドレスおよび入口アドレスを含むカプセル化パケットを受け取る時、前記アドレス対応テーブルが、いずれの宛先アドレス・フィールド内にも前記ソース・アドレスを含まないとき、前記アドレス割当て機構が、宛先アドレス・フィールド内に前記ソース・アドレスを含み、対応する出口アドレス・フィールド内に前記出口アドレス・フィールドを含むエントリを、前記仮想ポートに関連づけられた前記アドレス対応テーブルに追加するよう動作することができ、請求項 27 に記載のルーティング装置。

【請求項 29】それぞれのルータが、前記ネットワークの幹線を介して前記パケットをルーティングするよう動作することができ、

前記パケットに、別個の仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスが割り当てられるとき、それぞれのルータが、前記ブロードキャスト出口アドレスに対応する仮想ポート・セット内の仮想ポートに達するのに必要な幹線のみを含む幹線の制限されたセットを介して、前記パケットをルーティングするよう動作することができ、請求項 21 に記載のルーティング装置。

【請求項 30】それぞれのルータが、前記ネットワークの幹線を介して前記パケットをルーティングするよう動作することができ、

前記パケットに、別個の仮想ポート・セット内の複数の仮想ポートに対応するマルチキャスト出口アドレスが割り当てられるとき、それぞれのルータが、前記マルチキャスト出口アドレスに対応する複数の仮想ポート内の仮想ポートに達するのに必要な幹線のみを含む幹線の制限されたセットを介して、前記パケットをルーティングするよう動作することができ、請求項 25 に記載のルーティング装置。

【請求項 31】それぞれのルータが、入口アドレスおよび出口アドレスと共に、カプセル化されたパケットに適合された IEEE 802.1 スイッチング機能を備える請求項 28 に記載のルーティング装置。

【請求項 32】それぞれの別個の仮想ポート・サブセットおよび前記ルーティング装置のルータの間に接続され、それぞれの別個の仮想ポート・サブセットについてそれぞれのアドレス割当て機構を備える請求項 28 に記載のルーティング装置。

【請求項 33】少なくとも 1 つのアドレス割当て機構およびそのそれぞれの別個の仮想ポート・サブセットの間に接続され、該それぞれの別個の仮想ポート・サブセットの仮想ポートを、前記アドレス割当て機構上に多重化するよう動作することができ、スイッチング要素を備える請求項 32 に記載のルーティング装置。

【請求項 34】それぞれのスイッチング要素が、IEEE 802.1 スイッチング機能を備え、それぞれのルータが、入口アドレスおよび出口アドレス

と共に、カプセル化されたパケットに適合された IEEE 802.1 スイッチング機能を備える請求項 33 に記載のルーティング装置。

【請求項 35】前記ルータに接続された複数の VLAN デマルチプレクサを備え、それぞれの VLAN デマルチプレクサは、前記ルータおよびそれぞれの複数の前記アドレス割当て機構の間に接続され、それぞれの VLAN デマルチプレクサは、それぞれの出口アドレスに関連づけられ、カプセル化パケットを、前記ルータから、前記カプセル化パケットの入口アドレスに関連づけられたアドレス割当て機構までルーティングするよう動作することができ、共通の出口アドレス、および前記別個の仮想ポート・セットのうちの特定のセット内の仮想ポートに対応する入口アドレスを持つすべてのカプセル化パケットが、前記出口アドレスおよび特定の仮想ポート・セットに関連づけられたアドレス割当て機構にルーティングされるようにする請求項 32 に記載のルーティング装置。

【請求項 36】前記 VLAN デマルチプレクサに接続されたそれぞれのアドレス割当て機構に接続され、それぞれのアドレス割当て機構から受け取ったパケットに、それぞれの VLAN 識別子を付加するよう動作することができ、それぞれの VLAN 変換器と、複数の前記 VLAN 変換器に接続され、外部ルータから受け取ったパケットを、該パケットの VLAN 識別子に従って選択された VLAN 変換器にルーティングするルータ・デマルチプレクサとを備える請求項 35 に記載のルーティング装置。

【請求項 37】VLAN デマルチプレクサに接続されたそれぞれのアドレス割当て機構に接続されるそれぞれの仮想プライベート・ルータを備える請求項 35 に記載のルーティング装置。

【請求項 38】それぞれの仮想プライベート・ルータに接続され、該仮想プライベート・ルータによって使用されるそれぞれの第 1 のアドレス空間と、インターネット・ルータによって使用される第 2 のアドレス空間との間でアドレスを変換するそれぞれのネットワーク・アドレス変換器を備える請求項 37 に記載のルータ。

【請求項 39】前記ネットワーク・アドレス変換器に接続されたインターネット・ルータを備える請求項 38 に記載のルーティング装置。

【請求項 40】インターネット・ルータと、前記パケットの MPLS ラベルに従って選択されたアドレス割当て機構との間でパケットをルーティングするよう動作することができ、MPLS スイッチと、VLAN デマルチプレクサに接続されたそれぞれのアドレス割当て機構および前記 MPLS スイッチの間に接続されたそれぞれの MPLS 変換器とを備え、該それぞれの MPLS 変換器は、

そのそれぞれのアドレス割当て機構から受け取ったそれ

ぞれの packets に、前記 MPLS 変換器に固有に関連づけられたそれぞれの MPLS ラベルを付加するよう動作することができ、

前記 MPLS スイッチから受け取った packets から MPLS ラベルを除去するよう動作することができるルーティング装置。

【請求項 41】 共通の出口アドレス、および前記別個の仮想ポート・セットのうちの特定のセット内の仮想ポートに対応する入口アドレスを持つすべてのカプセル化 packets が、前記出口アドレスおよび特定の仮想ポート・セットに関連づけられたアドレス割当て機構にルーティングされるように、カプセル化 packets を、前記ルータから、前記カプセル化 packets の前記入口アドレスおよび前記出口アドレスとに従って選択されたアドレス割当て機構にルーティングするステップを含む請求項 8 に記載の packets をルーティングする方法。

【請求項 42】 それぞれのアドレス割当て機構から前記ネットワークを出る packets に、それぞれの VLAN 識別子を付加するステップと、外部ルータから受け取った packets を、該 packets の VLAN 識別子に従って選択されたアドレス割当て機構にルーティングするステップとを含む請求項 41 に記載の方法。

【請求項 43】 アドレス割当て機構から前記ネットワークを出る packets に、前記アドレス割当て機構に固有に関連づけられたそれぞれの MPLS ラベルを付加するステップと、前記 packets の MPLS ラベルに従って、インターネット・ルータおよびアドレス割当て機構の間で packets をルーティングするステップと、前記インターネット・ルータから受け取った packets から MPLS ラベルを除去するステップとを含む請求項 41 に記載の方法。

【請求項 44】 アドレス割当て機構から前記ネットワークを出る packets に、前記アドレス割当て機構に固有に関連づけられたそれぞれの識別子を付加するステップと、前記ネットワークから出る packets および前記ネットワークに入る packets を、それぞれの識別子に従ってルーティングするステップとを含む請求項 41 に記載の方法。

【請求項 45】 前記ネットワークの少なくとも 1 つの物理ポートが、ネットワークの対応する仮想ポートに 1 対 1 で対応づけられ、前記物理ポートおよび前記対応する仮想ポートが、それぞれの別個の物理アドレスに関連づけられた請求項 1 に記載の方法。

【請求項 46】 前記ネットワークの少なくとも 1 つの物理ポートが、前記ネットワークの対応する複数の仮想ポートに対応づけられ、前記物理ポートが、それぞれの別個の物理アドレスに関連づけられ、前記対応する複数の

仮想ポートのそれぞれが、前記物理アドレスおよびそれぞれの仮想ネットワーク識別子のそれぞれの別個の組合せに関連づけられた請求項 1 に記載の方法。

【請求項 47】 前記ネットワークの少なくとも 1 つの物理ポートが、ネットワークの対応する仮想ポートに 1 対 1 で対応づけられ、前記物理ポートおよび前記対応する仮想ポートにそれぞれの別個の物理アドレスが関連づけられた請求項 11 に記載のネットワーク。

【請求項 48】 前記ネットワークの少なくとも 1 つの物理ポートが、前記ネットワークの対応する複数の仮想ポートに対応づけられ、前記物理ポートが、それぞれの別個の物理アドレスに関連づけられ、前記対応する複数の仮想ポートのそれぞれが、前記物理アドレスおよびそれぞれの仮想ネットワーク識別子のそれぞれの別個の組合せに関連づけられた請求項 11 に記載のネットワーク。

【請求項 49】 前記ルーティング装置の少なくとも 1 つの物理ポートが、ルーティング装置の対応する仮想ポートに 1 対 1 で対応づけられ、前記物理ポートおよび前記対応する仮想ポートが、それぞれの別個の物理アドレスに関連づけられた請求項 21 に記載のルーティング装置。

【請求項 50】 前記ルーティング装置の少なくとも 1 つの物理ポートが、前記ルーティング装置の対応する複数の仮想ポートに対応づけられ、前記物理ポートが、それぞれの別個の物理アドレスに関連づけられ、前記対応する複数の仮想ポートのそれぞれが、前記物理アドレスおよびそれぞれの仮想ネットワーク識別子のそれぞれの別個の組合せに関連づけられた請求項 21 に記載のルーティング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、仮想専用ネットワーク (VPN; virtual Private Network) およびその動作方法に関する。より具体的には、この発明は、ネットワーク・サービス・プロバイダー (NSP) が大規模な顧客グループに仮想専用 LAN の相互接続サービスを提供することができるようにする方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 大部分の大企業は、自社のデータ通信のニーズを満たすために、いくつかの場所で LAN を稼働させている。これらの企業は、NSP から専用回線をリースして、自社の LAN を広域ネットワーク (WAN) に接続する。NSP の別個の顧客が別個の専用回線をリースするので、それぞれの WAN は互いに分離され、これによってデータ・セキュリティ要件が満たされる。

【0003】 専用回線は、固定した帯域幅 (たとえば DS1、DS3) で使用することができる。顧客は、最大帯域幅要件を満たす専用回線をリースしなければならない。一般的なデータ・トラフィックはバースト性である

のに対して、専用回線は常に固定した帯域幅を供給するため、専用回線は、容量未滿で動作していることが多い。したがって、個別の顧客のネットワーク間の必要な分離を保持しながらNSPのネットワーク容量を顧客間でより効率的に共用することができる場合に必要とするよりも多くの専用回線容量の料金を、顧客は一般に支払っている。

【0004】IEEE802.1標準は、イーサネット（登録商標）LANを複数の仮想LAN（VLAN；Virtual LAN）に区分化することができるプロトコルを規定し、こうして、それぞれのVLANは、他のVLANから分離される。大企業は、一般にはIEEE802.1プロトコルを使用して、自社のLANを社内の個別の関係集団ごとにVLANに区分化している。

【0005】IEEE802.1標準は、データ・フレームが送られるVLANを識別するVLANタグを、データのそれぞれのフレームのヘッダが運ぶことを要求する。LANのスイッチ（または「ブリッジ」）はこのヘッダを読み取り、スイッチで記憶されているルーティング・テーブル（または「フィルタ・データベース」）に従って、そのVLANに属しているポートにのみ、そのデータ・フレームをルーティングする。IEEE802.1標準によって指定されたVLANタグの12ビット容量は、別個のVLANの数を4095個に制限する。NSPは、共用ネットワーク上で、4095個以上の別個の顧客をサポートする必要がある。

【0006】この明細書では、「スイッチ」、「スイッチング要素」、「ルータ」および「ルーティング装置」という用語は、スイッチおよびルータに限らず、スイッチング機能またはルーティング機能を備えるあらゆる装置を含むものとする。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、NSPが共用ネットワーク機構上にきわめて多数のVLANを設けることができるようにする方法および装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明の実施形態は、イーサネット・プロトコルの拡張機能を使用することができる。そうすることにより、既存のイーサネット技術と、データ通信業界でイーサネットが熟知されていることとを利用して、多数の顧客に、低取得コストおよび低運営コストのVLAN機能を提供することができるようにする。

【0009】この発明の1つの側面は、複数の別個の仮想ポート・セットを有する通信ネットワークを介してパケットをルーティングする方法を提供する。仮想ポートは、これらの別個のセットのうち2以上のセットに属することはない。ネットワークにおいては、それぞれの別個の仮想ポート・セットに、それぞれの別個のブロード

キャスト・アドレスが割り当てられる。この方法は、入口仮想ポートを介してネットワークに入ってくるそれぞれのパケットに、それぞれの出口アドレスを割り当てるステップを含む。宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわかっている場合、それぞれの出口アドレスは、入ってくるパケットのそれぞれの宛先アドレスに対応する。宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわからない場合、それぞれの出口アドレスは、入口仮想ポートを含むセットに対応するブロードキャスト出口アドレスである。さらにこの方法は、それぞれの出口アドレスに従ってパケットをルーティングするステップを含む。このルーティングは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する仮想ポートに限られる。

【0010】別個の仮想ポート・セットおよびそれらに関連する別個のブロードキャスト・アドレスは、ネットワーク内の分離された仮想専用ネットワークを定義する。異なるブロードキャスト・アドレスの数は、IEEE802.1標準に基づいて許可される異なるVLAN識別子の数よりもはるかに多いため、この通信ネットワークは、標準IEEE802.1VLANネットワークよりも多くの分離された仮想専用ネットワークを設けることができる。

【0011】ネットワークのそれぞれの物理ポートは、対応する仮想ポートに1対1で対応づけることができ、または対応する複数の仮想ポートに対応づけることもできる。物理ポートが複数の仮想ポートに対して対応づけられる場合、それらの複数の仮想ポートのそれぞれが、物理ポートの物理アドレスおよびそれぞれの仮想ネットワーク識別子のそれぞれの別個の組合せに関連する。

【0012】この発明によって、ネットワーク・プロバイダーおよびその複数の顧客は、異なる別個の仮想ポート・セットに属する仮想ポート間でデータを送信することができないようにすることができる。したがって、仮想ポートのうちの1つ（当該データの入口仮想ポート）を介して仮想ポートのネットワークに送られたデータは、その入口ポートと同じ別個のセットに属する仮想ポート（当該データの出口仮想ポート）においてのみネットワークから出ることができる。この特性により、ネットワーク・プロバイダーおよびその複数の顧客は、制御された方法においてのみ顧客間の通信を行うことができるということを確実にする。

【0013】この発明のこの特性を、それぞれの別個の仮想ポート・セットが単一の組織の制御下に置かれるよう構成することによって利用することができる。1つの物理ポートにただ1つの仮想ポートだけが対応する場合、その物理ポートを、さらにその仮想ポートを制御する組織の制御下に置くよう構成することができる。

【0014】こうして、仮想ポートの特定の別個のセットのそれぞれの仮想ポートが、別個の物理ポートに対応づけられた場合、そして、それらの物理ポートに対応づ

10

20

30

40

50

けられた他の仮想ポートがない場合、その特定の仮想ポート・セットのすべての仮想ポートを制御する組織は、その物理ポートのうちの1つまたは複数の物理ポートにおいて発信するデータのみを、その物理ポートのいずれかにおいて受信することができるということが保証される。

【0015】複数の組織が、それぞれのセキュリティ要件を守ることをサービス・プロバイダーに委託することにした場合、それぞれが異なる組織に属する異なる別個の仮想ポート・セットに属する複数の仮想ポートを、その委託されたサービス・プロバイダーに属する1つの物理ポートに対応づけることができる。こうすることにより、委託されたサービス・プロバイダーは、単一の物理ポートを介して複数の顧客と通信することができ、サービス・プロバイダーがそれぞれの顧客ごとに別々の物理ポートを持つ必要がある構成よりもはるかに経済的な構成となる。

【0016】パケットの宛先アドレスがユニキャスト・アドレスであり、宛先アドレスおよびユニキャスト出口アドレスの間の対応がわかっている場合、出口アドレスを割り当てるステップは、そのユニキャスト出口アドレスを割り当てるステップを含むことができる。ユニキャスト出口アドレスは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する出口仮想ポートに対応する。この出口仮想ポートから、その宛先アドレスにアクセスすることができる。パケットをルーティングするステップは、パケットをこの出口仮想ポートにルーティングするステップを含むことができる。

【0017】パケットの宛先アドレスがユニキャスト・アドレスであり、宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわからない場合、出口アドレスを割り当てるステップは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てるステップを含むことができる。パケットをルーティングするステップは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットのうちの入口仮想ポート以外のそれぞれの仮想ポートに、パケットをルーティングするステップを含むことができる。

【0018】パケットの宛先アドレスがマルチキャスト・アドレスの場合、出口アドレスを割り当てるステップは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てるステップを含むことができる。パケットをルーティングするステップは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットのうちの入口仮想ポート以外のそれぞれの仮想ポートに、パケットをルーティングするステップを含むことができる。

【0019】代わりに、パケットの宛先アドレスがマルチキャスト・アドレスであり、宛先アドレスおよびマルチキャスト出口アドレスの間の対応がわかっている場

合、出口アドレスを割り当てるステップは、マルチキャスト出口アドレスを割り当てるステップを含むことができる。マルチキャスト出口アドレスは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する複数の仮想ポートに対応する。パケットをルーティングするステップは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する複数の仮想ポートのそれぞれに、パケットをルーティングするステップを含むことができる。

【0020】さらに、この方法は、ネットワークに入ってくるそれぞれのパケットにそれぞれの入口アドレスを割り当てるステップを含むことができ、それぞれの入口アドレスは、パケットがネットワークに入ってくるものの仮想ポートに対応する。割り当てられた入口アドレスを使用して、アドレス対応テーブルにエントリを生成することができ、このアドレス対応テーブルを使用して、宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応を判断することができる。

【0021】パケットに割り当てられる出口アドレスを、パケットがネットワークに入る入口仮想ポートにおけるパケットにカプセル化することができ、パケットがネットワークを出る出口仮想ポートにおけるカプセル化パケットから取り除くことができる。

【0022】また、それぞれの入り口アドレスを、ネットワークに入るそれぞれのパケットに割り当てることができる。それぞれの入口アドレスは、パケットがネットワークに入るときに通る入口仮想ポートに対応する。また、割り当てられた入口アドレスを、パケットがネットワークに入るときにパケットにカプセル化することもできる。ネットワークのそれぞれの仮想ポートに関連するアドレス対応テーブルを維持することができ、それぞれのアドレス対応テーブルは、複数の出口アドレスのそれぞれを、少なくとも1つの対応する宛先アドレスに対応づける。このアドレス対応テーブルを使用して、宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応を判断することができる。入口仮想ポートを通してネットワークに入ってくるパケットを受け取ったとき、その入口仮想ポートに関連づけられたアドレス対応テーブルのどの宛先アドレス・フィールドにもそのパケットのソース・アドレスが含まれていなければ、そのアドレス対応テーブルにエントリが追加される。このエントリは、宛先アドレス・フィールド内にソース・アドレスを含み、対応する出口アドレス・フィールド内に入口アドレスを含む。ネットワークの仮想ポートにおいてカプセル化パケットを受け取ったとき、その仮想ポートに関連づけられたアドレス対応テーブルのどの宛先アドレス・フィールドにもそのカプセル化パケットのソース・アドレスが含まれていなければ、そのアドレス対応テーブルにエントリが追加される。このエントリは、宛先アドレス・フィールド内にソース・アドレスを含み、対応する出口アドレス・フィールド内にカプセル化パケットの入口アドレスを含む。

10

20

30

40

50

【0023】上述の手順により、通信ネットワークの設備が共用されても、別個の顧客の通信間の分離が保持されるような方法で、ネットワークのアドレス対応テーブルにエントリを生成する。したがって、それぞれの顧客は、共用設備によって提供される自社の仮想専用ネットワークを持つ。

【0024】ブロードキャスト出口アドレスを有するパケットのルーティングを、そのブロードキャスト出口アドレスに対応する別個の仮想ポート・セット内の仮想ポートに到達するのに必要なネットワークの幹線（トランク）にのみ制限することができる。これにより、ネットワーク資源の不当な消費が回避される。

【0025】同様に、マルチキャスト出口アドレスを有するパケットのルーティングを、別個の仮想ポート・セット内の、マルチキャスト出口アドレスに対応する複数の仮想ポート中の仮想ポートに到達するのに必要なネットワーク幹線にのみ制限することができる。

【0026】この発明の他の側面は、複数の仮想ポート・セットと、少なくとも1つのアドレス割当て機構と、少なくとも1つのルータとを含む通信ネットワークを提供する。仮想ポートは、別個のセットのうち2以上の別個のセットに属することではなく、それぞれの別個のセットには、それぞれの別個のブロードキャスト・アドレスが割り当てられる。それぞれのアドレス割当て機構は、入口仮想ポートを介してネットワークに入ってくるそれぞれのパケットに、それぞれの出口アドレスを割り当てるよう動作することができる。宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわかっている場合、それぞれの出口アドレスは、入ってくるパケットのそれぞれの宛先アドレスに対応する。宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわからない場合、それぞれの出口アドレスは、入口仮想ポートを含むセットに対応するブロードキャスト出口アドレスである。それぞれのルータは、それぞれの出口アドレスに従ってパケットをルーティングするよう動作することができる。ルーティングは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する仮想ポートに制限される。

【0027】前述したように、ネットワークのそれぞれの物理ポートは、対応する仮想ポートに1対1で対応することができる。または対応する複数の仮想ポートに対応することができる。物理ポートが複数の仮想ポートに対応づけられる場合、複数の仮想ポートのそれぞれは、物理ポートの物理アドレスおよびそれぞれの仮想ネットワーク識別子のそれぞれの別個の組合せに関連する。

【0028】さらに、ネットワークは、ネットワークのルータを相互接続する複数の幹線を備えることができる。それぞれのルータは、ネットワークの幹線を介してパケットをルーティングするよう動作することができる。パケットが、別個の仮想ポート・セットに対応するブロードキャスト出口アドレスを割り当てられている場

合、それぞれのルータは、そのブロードキャスト出口アドレスに対応する仮想ポート・セット内の仮想ポートに到達するのに必要な幹線のみを含む、制限された幹線のセットを介して、パケットをルーティングするよう動作することができる。パケットが、別個の仮想ポート・セット内の複数の仮想ポートに対応するマルチキャスト出口アドレスを割り当てられている場合、それぞれのルータは、そのマルチキャスト出口アドレスに対応する複数の仮想ポート中の仮想ポートに到達するのに必要な幹線のみを含む、制限された幹線のセットを介して、パケットをルーティングするよう動作することができる。

【0029】この発明の他の側面は、通信ネットワークのためのルーティング装置を提供する。このルーティング装置は、複数の仮想ポート・サブセットと、少なくとも1つのアドレス割当て機構と、少なくとも1つのルータとを備える。仮想ポートは、別個のサブセットのうち2以上の別個のサブセットに属することはない。それぞれの別個のサブセットは、ネットワークのそれぞれの別個の仮想ポート・セットのうちのサブセットとすることができる。それぞれの別個の仮想ポート・セットには、それぞれの別個のブロードキャスト・アドレスが割り当てられる。それぞれのアドレス割当て機構は、ルーティング装置の入口仮想ポートを介してネットワークに入ってくるそれぞれのパケットに、それぞれの出口アドレスを割り当てるよう動作することができる。宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわかっている場合、それぞれの出口アドレスは、入ってくるパケットのそれぞれの宛先アドレスに対応する。宛先アドレスおよび出口アドレスの間の対応がわからない場合、それぞれの出口アドレスは、入口仮想ポートを含むセットに対応するブロードキャスト出口アドレスである。それぞれのルータは、それぞれの出口アドレスに従ってパケットをルーティングするよう動作することができる。ルーティングは、入口仮想ポートを含む仮想ポート・セットに属する仮想ポートに制限される。

【0030】それぞれのルータは、入口アドレスおよび出口アドレスがカプセル化されたパケットに適合したIEEE 802.1スイッチング機能を提供することができる。

【0031】それぞれの別個の仮想ポート・サブセットについて、それぞれのアドレス割当て機構を設けることができる。それぞれのアドレス割当て機構は、それぞれの別個の仮想ポート・サブセットおよびルーティング装置のルータの間に接続することができる。さらに、ルーティング装置は、少なくとも1つのアドレス割当て機構およびそれぞれの別個の仮想ポート・サブセットの間に接続されたスイッチング要素を含むことができる。スイッチング要素は、それぞれの別個の仮想ポート・サブセットの仮想ポートを、アドレス割当て機構に多重化するよう動作することができる。スイッチング要素は、IE

IEEE802.1スイッチング機能を提供することができる。

【0032】IEEE802.1スイッチング機構の使用によって、NSPは、NSPのネットワーク全体にわたって透過的なイーサネットLANサービスを提供することができる。顧客は、すでにイーサネット・ネットワークの動作を熟知しているので、透過的なイーサネットLANサービスは多くの顧客にとって魅力的である。さらに、NSPネットワークにおける多くのイーサネット規約を使用することにより、NSPネットワークの構築の際に、実証済みのコスト効果の高いイーサネットのハードウェアおよびソフトウェアをかなり再使用することが可能になり、イーサネット・ネットワークの動作に習熟していることによって、NSPによる共用ネットワークの運用が容易になる。

【0033】さらに、ルーティング装置は、ルータおよび複数のアドレス割当て機構の間に接続されるVLANデマルチプレクサを備えることができる。VLANデマルチプレクサは、カプセル化されたパケットを、ルータから、カプセル化パケットの入口アドレスおよび出口アドレスに従って選択されたアドレス割当て機構までルーティングするよう動作することができる。このルーティングは、共通の出口アドレスと、別個の仮想ポート・セットのうちの特定のセット内の仮想ポートに対応する入口アドレスとを有するすべてのカプセル化パケットが、その出口アドレスと、その特定の仮想ポート・セットとに関連づけられたアドレス割当て機構にルーティングされるようになっている。

【0034】VLANデマルチプレクサの使用により、別個の仮想専用ネットワーク間の分離を損なわずに、別個の仮想専用ネットワーク間である程度出口アドレスを共用することが可能になる。この機能は、それぞれの仮想専用ネットワークのそれぞれの専用リンクが経済的に実現できないネットワークおよび外部ルータ（たとえば、インターネット・ルータ）の間の接続に有用である。VLANデマルチプレクサを使用した場合、複数の仮想ポートを、ルーティング装置の共通物理ポートに接続することができる。それぞれのこのような仮想ポートは、共通物理ポートの物理アドレスおよび仮想ネットワーク識別子の固有の組合せに関連する。

【0035】仮想プライベート・ネットワークをサポートする他のネットワークとのインターフェースにおいて、仮想専用ネットワーク識別子の何らかの変換を設けることもできる。

【0036】以下に、この発明の実施形態を例としてのみ説明する。

【0037】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の一実施形態に従うNSPネットワーク10の概略的なブロック図である。このNSPネットワーク10は、伝送機構14を介

して相互接続されたアクセス・スイッチ12の形の複数のルーティング装置を備える。実施態様によっては、アクセス・スイッチ12のうちのいくつかのアクセス・スイッチ間に、1または複数のコア・スイッチ16を接続することもできる。アクセス・スイッチ12は、それぞれのアクセス・リンク22を介して、1または複数の顧客LAN20にそれぞれ接続される。

【0038】図2は、この発明の第1の実施形態に従う図1のネットワークのアクセス・スイッチ12の概略的なブロック図である。アクセス・スイッチ12は、カプセル化/カプセル分解装置(Encapsulation/Decapsulation; EDD)120の形の複数のアドレス割当て機構を備え、EDD120のそれぞれは、それぞれの仮想顧客アクセス・スイッチ124を介して、アクセス・スイッチ12の1つまたは複数の顧客ポート123に接続される。特定のEDD120およびその顧客アクセス・スイッチ124に関連づけられるすべての顧客ポート123は、1つまたは複数のアクセス・リンク22を介して同じ顧客LAN20に接続される。すなわち、複数の顧客の顧客LAN20に接続された顧客ポート123を有する顧客アクセス・スイッチ124またはEDD120は、存在しない。物理顧客ポート123は、それぞれの仮想ポート122に1対1で対応する。それぞれの顧客アクセス・スイッチ124は、顧客ポート123を介して接続されている顧客LAN20と、IEEE802.1プロトコルを使用して通信する。

【0039】また、EDD120は、仮想多重スイッチ127の形態のルータを介して、アクセス・スイッチ12の幹線126に接続される。仮想多重スイッチ127は、後述するように、標準データ・フレームよりも長いデータ・フレームを扱うように適合化されたIEEE802.1D/Qプロトコルに従って動作する。

【0040】それぞれのEDD120は、「宛先アドレス(DA)」フィールド内の顧客LAN20の要素の「媒体アクセス制御(MAC)」アドレスを、「カプセル分解出口アドレス(Decapsulation Egress Address; DEA)」フィールド内の対応する顧客ポート・アドレスに対応づけるそれぞれの「宛先アドレス対応テーブル(Destination Address Association Table; DAAT)」を維持する。それぞれのDAは、1つのDEAに対応づけられるが、それぞれのDEAは、複数のDAに対応づけられることができる。それぞれの顧客は、その顧客の専用(プライベート)ネットワークに接続された仮想ポート122およびそれに関連する顧客ポート123に対応するDEAの固有のセットを持つ。別々の顧客が同じDAを使用する場合、そのDAは、それらの顧客のために使用される別個のDAAT内の異なるDEAに対応づけられる。

【0041】典型的な顧客は、複数のサイトにおいてIEEE802.1プロトコルを使用する顧客LAN20

を有し、異なるサイトにおける LAN 20 の要素間で、IEEE 802.3 データ・フレーム形式のデータ・パケットを交換したいと考える。後述するように、そのような顧客は、NSP ネットワーク 10 を使用して NSP によって提供される「キャリア仮想 LAN (CVLAN; Carrier Virtual LAN)」サービスに加入することができる。CVLAN サービスは、多くの別個の顧客の仮想専用 LAN (または CVLAN) 間を完全に分離した状態で、異なるサイトにおける顧客 LAN 間の透過的な LAN 接続を提供する。

【0042】IEEE 802.3 データ・フレームは、データ・フレームが意図される LAN 要素を識別する「宛先アドレス (DA)」と、データ・フレームの送信元の LAN 要素を識別する「ソース・アドレス (SA)」とを含むヘッダを持つ。あるサイトにおける顧客の LAN 20 上の DA に宛てられた IEEE 802.3 データ・フレームが、他のサイトにおけるその顧客の LAN 20 上で送信される場合、該他のサイトにおける顧客 LAN 20 は、該他のサイトにおける顧客 LAN 20 に接続されたアクセス・スイッチ 12 にフレームをルーティング (転送) する。

【0043】アクセス・スイッチ 12 は、該他のサイトにおける顧客 LAN 20 に接続された顧客ポート 123 を介してフレームを受け取り、関連する仮想ポート 122 および顧客アクセス・スイッチ 124 を介して、そのアクセス・スイッチ 12 におけるその顧客についての EDD 120 に、フレームをルーティングする。

【0044】図 3 は、顧客ポート 123 を介してデータ・フレームを受け取ったときの EDD 120 の動作を示すフローチャートである。EDD 120 は、受け取ったフレームの DA について、その DAAT を検索する (301)。DA がその DAAT にあるならば、EDD 120 は、DAAT 129 からその DA に対応する DEA を読み取る (303)。DEA が、フレームを受信した顧客ポート 123 に対応するならば、そのフレームは、フレームが送信された顧客 LAN 20 の要素に意図されたものである。その場合、NSP ネットワーク 10 を介したフレームの伝送は必要ないので、EDD 120 はフレームを破棄する (305)。

【0045】しかし、DEA が、フレームを受信した顧客ポート 123 のアドレスと等しくないならば、フレームは、別のサイトにある顧客 LAN 20 に意図されたものである。その場合、DEA と、フレームを受信した顧客ポート 123 のアドレスに等しくなるよう設定されたカプセル化入口アドレス (Encapsulation Ingress Address; EIA) とを含む追加のヘッダを付加して、フレームはカプセル化される。後述するように、カプセル化フレームは、DEA を使用して、NSP ネットワーク 10 を介して仮想ポート 122 およびそれに関連する顧客ポート 123 にルーティングされる。顧客ポート 123

は、DEA に対応するアドレスを持ち、DA が見つかることになる顧客 LAN 20 に接続されている。

【0046】DAAT 内で DA が見つからない場合、EDD 120 は、フレームを NSP ネットワーク 10 を介してルーティングするのに、DA を、対応する DEA に対応づけることができない。その場合、EDD 120 は、フレームをカプセル化し、DEA を CVLAN ブロードキャスト・アドレス (CBA) に設定する (306)。この CBA によって、このフレームは、その CVLAN をサービスするすべてのアクセス・スイッチ 12 にルーティングされることができる。EDD は、単一の顧客のみをサービスするので、CBA をその顧客固有のものとしてことができ、それによってフレームが、その顧客のサイトに接続された仮想ポート 122 およびそれに関連する顧客ポート 123 にのみルーティングされるようにする。

【0047】受信フレームの DA がマルチキャスト・アドレスの場合、EDD 120 は、DEA をマルチキャスト出口アドレスに等しくなるよう設定する。このマルチキャスト出口アドレスは、CVLAN 内で複数のマルチキャスト・グループがサポートされない場合には、CVLAN の CBA に対応することができ、CVLAN で複数のマルチキャスト・グループがサポートされる場合には、CVLAN 内のマルチキャスト・グループに特定のマルチキャスト・アドレスに対応することができる。このような出口アドレス割当てを、DAAT 内の適切なエントリによって、またはその他の手段によって設定することができる。

【0048】NSP ネットワーク 10 におけるフレームの不要なブロードキャストは、ネットワーク資源を浪費する。したがって、EDD 120 は、受信フレームに DAAT 129 を増強するのに使用することのできる情報が含まれているかどうかを調べる。具体的には、SA フィールド内に特定のネットワーク・アドレスを持つフレームが特定の顧客ポート 123 で受け取られた場合、その特定のネットワーク・アドレスを、その特定の顧客ポート 123 を介してアクセスすることができる、ということを経験することができる。したがって、DAAT 内には、SA フィールド内のネットワークアドレスを顧客ポート 123 のネットワーク・アドレスに対応づけるエントリがなければならない。

【0049】EDD は、DAAT の DA フィールド内において、受信されたフレームの SA を検索することにより (307)、そのエントリが DAAT から欠落しているか否かを判断する。SA が見つかったならば、そのエントリはすでに存在する。しかし、SA が見つからなかったならば、EDD は DAAT にエントリを追加する (309)。このエントリは、DA フィールド内に受信フレームの SA を持ち、DEA フィールド内に顧客ポート 123 のアドレスを持つ。

【0050】フレームを、EIAおよびDEAと共にカプセル化することに加えて、EDD120は、フレームを、標準IEEE802.3フレームのVLANタグに類似した「カプセル化VLANタグ (Encapsulating VLAN tag; EVTAG)」フィールドと共にカプセル化することができる(310)。EVTAGフィールドには、12ビットのVLAN識別子および3ビットの「サービス品質 (QoS)」インジケータを含めることができる。

【0051】また、フレームを、「ヘッダー・チェックサム (Header Checksum)」と共にカプセル化することができる(310)。ヘッダー・チェックサムは、標準IEEE802.3のチェックサムCRC手順が、ヘッダー・チェックサムを含むカプセル化ヘッダーに適用されるときに、「巡回冗長チェック (Cyclic Redundancy Check; CRC)」レジスタ内にすべてが1の値を生成する32ビット値である。この全1値は、IEEE802.3チェックサム手順におけるCRCレジスタの通常の開始値である。ヘッダー・チェックサムの終わりにおいてCRCレジスタ内にこの値が存在するという事は、カプセル化されていないフレームが作成されたときに計算されて該カプセル化されていないフレームに付加されたIEEE802.3チェックサムのフィールドを変更せずに使用することができ、NSPネットワーク10における伝送中にカプセル化フレーム全体を保護することができる、ということの意味する。したがって、多重スイッチ127は、標準IEEE802.3フレームよりも長いフレームを扱うよう適合され、カプセル化されていないフレームの作成時に計算されたチェックサム値を保持して使用する限りは、IEEE802.1Dブリッジ機能を使用して、カプセル化フレームを転送することができる。

【0052】図4は、EDD120からカプセル化フレームを受け取ったとき(401)の多重スイッチ (multiplex switch) 127の動作を示すフローチャートである。多重スイッチ127は、長さが増したカプセル化フレームを扱って、追加されたヘッダを処理するよう適合されたIEEE802.1D/Qスイッチに類似する。

【0053】カプセル化フレームを受け取ると(401)、多重スイッチ127は、カプセル化フレームのヘッダからDEAを読み取り(402)、DEAがCBAであるか否かを判断する(403)。DEAがCBAでないならば、多重スイッチ127は、ルーティング・テーブル内のDEAに対応する幹線126を見つけ(406)、カプセル化フレームをその幹線126に転送する(407)。DEAがCBAまたはマルチキャスト出口アドレスであるならば、多重スイッチは、そのCBAにどの幹線が登録されているかを判断し(404)、そのCBAに対し登録されているすべての幹線126にカプセル化フレームを転送する(405)。(幹線登録の処

理については、後で詳述する。) NSPネットワーク10におけるコア・スイッチ16は、コア・スイッチ16の幹線においてカプセル化フレームを受け取ると、基本的に、多重スイッチ127について上述したように動作する。

【0054】図5は、多重スイッチ127の幹線126上で、NSPネットワーク10の他のスイッチからカプセル化データ・フレームを受け取ったとき(501)の多重スイッチ127の動作を示すフローチャートである。多重スイッチ127は、カプセル化フレームのヘッダからDEA (カプセル分解出口アドレス) を読み取る(502)。DEAがCBAでないならば、多重スイッチ127は、ルーティング・テーブル内でDEAに対応するEDD (カプセル化/カプセル分解装置) 120を見つけ(506)、そのEDD120にカプセル化フレームを転送する(507)。DEAがCBAであるならば、多重スイッチ127は、そのCBAに対応するすべてのEDD120を見つけ(504)、カプセル化フレームを、そのCBAに対応するすべてのEDD120に送出する(505)。

【0055】図6は、多重スイッチ127からカプセル化データ・フレームを受け取ったとき(601)のEDD120の動作を示すフローチャートである。EDD120は、カプセル化フレームからDEAを読み取り(602)、そのDEAを、顧客アクセス・スイッチ124を介してEDD120に接続された顧客ポート123のアドレスと比較する(603)。DEAが、EDD120に接続された顧客ポート123のアドレスに一致するならば(604)、EDD120は、フレームをカプセル分解してDEAおよびEIAを含むヘッダを除去し(606)、カプセル分解されたフレームを、顧客アクセス・スイッチ124および仮想ポート122を介して、その顧客ポート123にルーティングする(605、608)。

【0056】DEAが、EDD120に接続されたどの顧客ポート123のアドレスとも一致しない場合、EDD120は、DEAがEDD120のCBAであるか否かを判断する(609)。DEAがEDD120についてのCBAであるならば、EDD120は、フレームをカプセル分解してDEAおよびEIAを含むヘッダを除去し、カプセル分解されたフレームを、そのCBAに対応するすべての顧客ポート123にルーティングする(610、608)。

【0057】DEAがEDD120に接続されたどの顧客ポート123のアドレスとも一致せず、EDD120のCBAでもない場合、フレームは、どの顧客ポート123にも転送されない(612)。

【0058】また、EDD120は、受信されたカプセル化フレームが、DAATを増強するために使用することのできる情報を含むか否かをも調べる。具体的には、

EDD120は、DAATのDAフィールド内において受信カプセル化フレームのSAを検索する(607)。SAが見つかったならば、そのエントリはすでに存在する。しかし、SAが見つからなかったならば、EDDは、DAATにエントリを追加する(611)。このエントリは、DAフィールド内に受信フレームのSAを持ち、DEAフィールド内にカプセル化フレームのEIAを持つ。

【0059】上述のNSPネットワーク10の要素の動作の結果として、典型的なIEEE802.3フレームは、NSPネットワーク10を介して顧客LAN20の第1のサイトから顧客LAN20の第2のサイトに、以下のようにルーティングされる。

【0060】1. IEEE802.1フレームは、フレームのDAに基づいて第1のサイトをサービスする第1のアクセス・スイッチ12に、第1のサイトにある顧客LAN20によってルーティングされる。

【0061】2. IEEE802.3フレームは、顧客LAN20の第2のサイトをサービスする第2のアクセス・スイッチ12上のポートを指定するDEAを含むヘッダを追加することによって、第1のアクセス・スイッチ12においてカプセル化される。

【0062】3. カプセル化されたフレームは、カプセル化フレームのDEAに基づいて、NSPネットワーク10を介して第1のアクセス・スイッチ12から第2のアクセス・スイッチ12にルーティングされる。

【0063】4. カプセル化フレームは、第2のアクセス・スイッチ12によってカプセル分解され、顧客LANの第2のサイトに転送され、そこでカプセル分解されたフレームのDAに基づいてルーティングされる。

【0064】顧客LAN20の第1のサイトからフレームを受け取るアクセス・スイッチ12が、受信フレームのDAからDEAを判断することができない場合、フレームは、以下のようにネットワークを介して顧客LAN20のすべてのサイトに送出される。

【0065】1. IEEE802.3フレームは、フレームのDAに基づいて第1のサイトをサービスする第1のアクセス・スイッチ12に、第1のサイトにある顧客LAN20によってルーティングされる。

【0066】2. IEEE802.3フレームは、DEAフィールド内にCBAを含むヘッダを追加することによって、第1のアクセス・スイッチ12においてカプセル化される。

【0067】3. カプセル化されたフレームは、NSPネットワーク10を介して第1のアクセス・スイッチ12から、カプセル化フレームのCBAに基づいて顧客LAN20のサイトをサービスするすべてのアクセス・スイッチ12に送出される。

【0068】4. カプセル化フレームは、宛先アクセス・スイッチ12によってカプセル分解され、顧客LAN

の他のサイトに転送され、そこでカプセル分解フレームのDAに基づいてルーティングされる。

【0069】同様に、DAフィールド内にマルチキャスト・アドレスを持つIEEE802.3フレームは、CBAと共にDEAフィールド内にカプセル化され、NSPネットワーク10を介して第1のアクセス・スイッチから、顧客LAN20のサイトをサービスするすべてのアクセス・スイッチ12に送出される。

【0070】特定の顧客のために使用されるDEAは、それぞれのEDD120におけるDAATを満たすのに使用される技術であるので、その顧客に固有のものである。それぞれのEDD120は1つ顧客に割り当てられ、その顧客に割り当てられた仮想ポート122およびそれに関連する顧客ポート123のみを扱う。EDD120が、接続されている顧客ポート123からのカプセル化されていないフレームの受信に基づいて、そのDAATにエントリを追加するとき、そのエントリのDEAは、その顧客に固有に割り当てられた顧客ポート123のDEAでなければならない。EDD120が、多重スイッチ127からカプセル化フレームを受け取ると、EDD120は、フレームが、接続された顧客ポート123に対応するDEAを持つこと、またはその割り当てられた顧客に対応するCBAを持つことを検証し、DAATに何らかのエントリを追加する前に、そのフレームがその顧客のCVLAN内から送られてきたことを確認する。このようなエントリは、DEAフィールド内にフレームのEIAを含まなければならない、このEIAは、同じ顧客に割り当てられた顧客ポート123に対応する。そうでない場合、受信フレームは、その顧客に対応するDEAもCBAも持たないことになる。

【0071】それぞれの顧客LAN20に接続された仮想ポート122およびそれに関連する物理顧客ポート123と、対応するEDD120、DAAT、DEAおよびCBAは、その特定の顧客に固有であるので、フレームが共用NSPネットワーク10を介して送信される場合であっても、フレームを、ある顧客から他の顧客に送信することはできない。したがって、それぞれの顧客は、他の顧客のCVLANから分離されたCVLANを持つ。CVLAN間の分離は、より制限された数のCVLAN識別子によってではなく、仮想ポートおよびそれに関連するブロードキャスト・アドレスの固有のセットによって決まるので、NSPネットワーク10は、きわめて多くの分離CVLANを提供して、きわめて多くの顧客にサービスを提供することができる。

【0072】しかし、特定の顧客に専用であるのは、仮想ポート122およびそれに関連する顧客ポート123、顧客アクセス・スイッチ124、EDD120およびDAATだけである。多重スイッチ127、コア・スイッチ16および伝送機構14は、スケールメリットのために多くの顧客間で共用される。さらに、顧客アクセ

ス・スイッチ 124、多重スイッチ 127 およびコア・スイッチ 16 の重要な要素を、実績のある IEEE 802.1D/Q ハードウェアおよびソフトウェアを使用して、比較的わずかな修正を加えて提供することができ、さらにコスト上有利となる。また、NSP ネットワーク 10 のこの実施形態における修正された IEEE 802.1D/Q 技術の広範な使用によって、IEEE 802.1 ネットワークを稼働させる際に、業界の豊富な経験を、このネットワークの運用に容易に適用することができるということが保証される。

【0073】上述の説明では、アクセス・スイッチ 12 の幹線 126 における CBA の登録について言及している。IEEE 802.1D は、幹線におけるマルチキャスト・グループを登録する手順を定義し、DA フィールド内に特定のマルチキャスト・アドレスを運ぶフレームが、幹線に対して登録されているそのマルチキャスト・アドレスを持つその幹線によってのみ転送されるようにする。マルチキャスト・グループ登録は、IEEE 802.1D GARP マルチキャスト登録プロトコル (GMRP) によって、グループのすべての登録要素を相互接続する相互接続の最小のサブセットを形成するのに必要なネットワーク内のすべての幹線に伝播される。

【0074】これらのマルチキャスト・グループ登録技術を、NSP ネットワーク 10 内の CBA のための幹線登録に適合させることができる。それぞれの EDD 120 は、その多重スイッチポートにおいて対応する CBA を登録し、DEA フィールド内に特定の CBA を持つカプセル化フレームが、そのフレームを、その CBA に対応する特定の CVLAN の他の EDD 120 に送信するのに必要な幹線のみを介して送信されるようにする。これにより、CVLAN に加わっていない EDD 120 にフレームが無駄に送信されるのを防ぐ。

【0075】上述の説明によると、マルチキャスト DA を持つすべてのフレームに、DEA に対して選択された CBA を割り当てることができ、この CBA は、フレームを受信した入口ポートに従って選択される。この手順は、フレームを、そのフレームが意図される CVLAN に制限するが、顧客が、マルチキャスト・フレームを、顧客の CVLAN 内の別個のマルチキャスト・グループに制限することはできない。

【0076】CVLAN 内の別個のマルチキャスト・グループを、それぞれのそのようなマルチキャスト・グループについて別個のマルチキャスト DEA を定義することにより、サポートすることができる。これらのマルチキャスト DEA は、そのマルチキャスト・グループが属する CVLAN に固有でなければならず、EDD 120 は、NSP ネットワーク 10 に入ってくるカプセル化されていないフレームのマルチキャスト DA を、DAAT または他の何らかの手段を使用して適切なマルチキャスト DEA に変換しなければならない。マルチキャスト D

EA は、NSP によってローカル的に管理されるべきである。

【0077】CVLAN 識別子をマルチキャスト・グループ識別子と組み合わせるマルチキャスト DEA 形式を要求することによって、NSP は、それぞれのマルチキャスト DEA が、NSP ネットワーク 10 内の特定の CVLAN に固有になることを保証することができる。たとえば、それぞれのマルチキャスト DEA は、以下のものを含むことができる。

- 10 【0078】1. マルチキャスト・ビット (アドレスがユニキャスト・アドレスであるかマルチキャスト・アドレスであるかを示す)
2. ローカル管理ビット (アドレスがローカル的に管理されるか否かを示す)
3. CVLAN 識別子 (パケットが制限されるべき CVLAN を識別する)
4. IP マルチキャスト・ビット (マルチキャストが IP マルチキャストであるか否かを示す)
5. マルチキャスト・グループ識別子 (パケットが制限されるべき CVLAN 内のマルチキャスト・グループを識別する)

ローカル管理ビットを使用して、ローカルで管理されていないマルチキャスト・アドレスを持つフレームを検出することができ、それによって、そのようなフレームを破棄して、別個の CVLAN 間の分離が保持されるよう保証することができる。

【0079】マルチキャスト・グループ識別子は、マルチキャスト DA、またはマルチキャスト DA から導き出される識別子であることができる。マルチキャスト DEA は CVLAN 識別子を含むので、別個の CVLAN 間の分離を失うことなく、別個の CVLAN 内で同じマルチキャスト DA を使用することができる。

【0080】このアドレス方式によると、特定の CVLAN の CBA は、以下のものを含むことができる。

- 30 【0081】1. マルチキャスト・ビットを示す 1
2. ローカル管理ビットを示す 1
3. 特定の CVLAN の CVLAN 識別子
4. IP マルチキャスト・ビットを示す 0
5. マルチキャスト・グループ識別子を示す 0 のフィールド

前述の IEEE 802.1D GARP マルチキャスト登録プロトコル (GMRP) を、CVLAN 内のマルチキャスト・グループをサポートする NSP ネットワーク 10 用に修正して、マルチキャスト・グループのすべての登録要素を相互接続する相互接続の最小サブセットを作成することができる。具体的には、GMRP を修正して、CBA 以外のマルチキャスト DEA に関連する GMRP メッセージを送信し、マルチキャスト DEA が属する CVLAN の CBA に対して登録された幹線についてのみ幹線登録を作成するようにする。したがって、CB

A以外のマルチキャストDEAについてのGMRPメッセージ活動は、CBAによってアドレス指定されたメッセージが伝播することのできる物理トポロジ内に制限される。CBAの登録に必要なGMRPメッセージは、このように制限されないが、CBAの新規登録は、新規の顧客サイトを構成するときにしか生じないので、そのようなメッセージの発生頻度は低い。

【0082】他のスイッチからGMRPアプリケーションによって生成されたGMRPグループ登録を幹線が受け取った場合にのみ、CBA以外のマルチキャストDEAを持つフレームを、その幹線で伝送することができる。これは、IEEE802.1D「拡張フィルタリング(extended filtering)」の基本マルチキャスト・ツリー・プルーニング規則(fundamental multicast tree pruning rule)である。この技術は、その幹線に達することのできる局が、そのマルチキャスト・グループからのマルチキャストを受信することに関心を示した場合にのみ、マルチキャストのフレームがその幹線で伝送されるよう保証することによって、帯域幅の節約を達成する。

【0083】NSPネットワーク10のEDD120は、NSPネットワーク10に入ってくるIGMP(Internet Group Manegment Protocol)加入要求を、上述の改良されたGMRP手順に従ってNSPネットワーク10に転送するために、GMRP加入要求に変換しなければならない。

【0084】前述のNSPネットワーク10においては、それぞれのCVLANが、それぞれの別個の出口アドレス・セットを定義する物理アドレスを持つ顧客ポート123のそれぞれ別個のセットに対して、1対1の対応を持つ仮想ポート122の別個のセットによって定義される。NSPネットワーク10における別個のCVLANを分離するこの方式によると、それぞれのCVLANは、CVLANの接続を必要とするそれぞれのISPに接続するために、別々の物理ポートおよび伝送リンクを必要とすることになる。しかし、それぞれのCVLANをそれぞれのISPルータに接続するために別々の専用リンクを設けるのは、経済的に実現可能なものではない。したがって、CVLAN間で共用される伝送リンクを介してNSPネットワーク10をISPルータに接続するための代替構成が必要である。この代替構成は、CVLAN間の分離を保持しなければならない。

【0085】図7は、NSPネットワーク10およびISPルータ300、302の接続をサポートするよう適合されたアクセス・スイッチの第1の実施形態22を示す概略的なブロック図である。ISPルータ300、302は、VLANタグを使用してCVLANを分離するIEEE802.1ルータである。

【0086】アクセス・スイッチ22は、アクセス・スイッチ12のように、EDD120の形態の複数のアド

レス割当て機構と、仮想多重スイッチ127の形態のルータとを備える。さらに、アクセス・スイッチ22は、多重スイッチ127およびEDD120のグループの間に接続された複数のVLANデマルチプレクサ222を備え、それぞれのVLANデマルチプレクサ222には、それぞれの出口アドレスまたは出口アドレスのそれぞれの別個のセットが関連づけられる。それぞれのEDD120は、それぞれの仮想ポート122に接続される。それぞれの仮想ポート122には、それぞれのVLAN変換器224が接続され、VLAN変換器224のそれぞれのグループは、それぞれのルータ・デマルチプレクサ226に接続する。ルータ・デマルチプレクサ226は、外部ISPルータ300、302に接続される。

【0087】外部ルータ300、302のうちの1つに対応する出口アドレスを持つカプセル化パケットを、幹線126を介して受信すると、仮想多重スイッチ127は、そのカプセル化パケットを、出口アドレスに従って選択されたVLANデマルチプレクサ222にルーティングする。選択されたVLANデマルチプレクサ222は、カプセル化パケットの入口アドレスに従って選択されたEDD120に、カプセル化パケットをルーティングする。この選択方式により、共通の出口アドレスと、仮想ポート122の別個のセットのうちの特定のセット内の仮想ポート122に対応する入口アドレスとを持つすべてのカプセル化パケットが、その出口アドレスと、仮想ポート122のその特定のセットとに関連づけられたEDD120にルーティングされる、ということが保証される。

【0088】ISPルータ300、302に宛てられたパケットの出口アドレスは、ISPルータ300、302を識別するので、パケットが制限されるべきCVLANを固有には識別しない。したがって、VLANデマルチプレクサ222は、パケットの入口アドレスを使用して、どのEDD120がそのパケットを処理すべきかを判断するが、これは、入口アドレスが、パケットが制限されるCVLANを固有に識別するからである。しかし、出口アドレスが、ブロードキャストおよびマルチキャスト出口アドレスについて前述した形式を使用するブロードキャスト出口アドレスまたはマルチキャスト出口アドレスであるときは、VLANデマルチプレクサ222は、パケットをルーティングするEDD120を、出口アドレスまたは入口アドレスのいずれかから判断することができる。

【0089】それぞれのVLANデマルチプレクサ222は、入口アドレスをEDD120に関連づけるテーブルを維持することができ、そのテーブルを使用して、EDD120までのパケットのルーティングを判断することができる。VLANデマルチプレクサ222は、ブロードキャスト・パケットおよびマルチキャスト・パケッ

トの入口アドレスおよび出口アドレスを使用して、そのテーブルにエントリを生成することができる。具体的には、VLANデマルチプレクサ222は、テーブルのどの入口アドレス・フィールドにも現れない入口アドレスを持つブロードキャスト・パケットまたはマルチキャスト・パケットを受け取ると、テーブルの入口アドレス・フィールド内にその入口アドレスを持ち、さらにそのパケットのブロードキャスト出口アドレスまたはマルチキャスト出口アドレスから判断されたEDD識別子を持つ新規のエントリを作成することができる。

【0090】図8は、多重スイッチ127からパケットを受け取ったとき(801)のVLANデマルチプレクサ222の動作をより詳細に示すフローチャートである。

【0091】選択されたEDD120は、パケットをカプセル分解し、それを、それぞれの仮想ポート122を介してそれぞれのVLAN変換器224に転送する。VLAN変換器224は、パケットにそれぞれのVLAN識別子を加える。このVLAN識別子は、入口ポートを含むポート・セットに対応する。すなわち、これは、そのポート・セットに対応するCVLANに特定のものである。VLAN変換器224は、その結果としてのパケットを、ルータ・デマルチプレクサ226に転送する。

【0092】VLAN変換器224は、ISPルータ300、302によってサポートされないVLANのブロードキャスト・パケットを受け取ることがある。VLAN変換器224は、そのようなパケットを破棄する(809)。

【0093】ルータ・デマルチプレクサ226は、パケットを、IEEE802.1外部ルータ300にルーティングする。外部ルータ300は、IEEE802.1標準に従い、VLAN識別子を使用してCVLANの分離を保持する。

【0094】ルータ・デマルチプレクサ226は、外部ルータ300のうちの1つからパケットを受け取ると、受信パケットのVLAN識別子に従って選択されたVLAN変換器224に、そのパケットをルーティングする。VLAN変換器224は、そのパケットを、それぞれのEDD120に転送する。EDD120は、それぞれの仮想ポート122に対応する入口アドレスと、その宛先アドレスに対応する出口アドレスと共にパケットをカプセル化し、カプセル化されたパケットを、VLANデマルチプレクサ222に転送する。VLANデマルチプレクサ222は、カプセル化されたパケットを、仮想多重スイッチ127に転送し、出口アドレスに従ってルーティングする。

【0095】上述の構成により、ネットワーク10内の特定のCVLANを、第1の外部ルータ300または複数のルータ300によってサポートされる第1のIEEE802.1VLAN識別子空間内の1つのVLAN識

別子に対応づけることができることに留意されたい。ネットワーク10内の同じCVLANを、第2の外部ルータ302または複数のルータ302によってサポートされる第2のIEEE802.1VLAN識別子空間内の他のVLAN識別子に対応づけることができ、そのため、別個の外部のIEEE802.1VLANネットワークにおいて、VLAN識別子の割当てを調整する必要がなくなる。さらに、上述の構成により、異なるIEEE802.1VLAN識別子空間内の同じVLAN識別子を、ネットワーク10内の異なるCVLANに対応づけることができる。これは、前述したように、それぞれのIEEE802.1VLAN識別子空間が4095個の別個のVLANに制限されるのに対して、ネットワーク10は、その何倍もの数のCVLANをサポートすることができるので有利である。

【0096】図7の実施形態では、仮想ポート122は、図2の実施形態の仮想ポート122と同じ特性を有する。具体的には、それぞれのCVLANは、仮想ポート122の別個のセットを有し、仮想ポート122は、それらの別個のセットのうち2以上のセットに属することはない。

【0097】図7の構成では、それぞれの顧客は、自分のルータ・アクセスのVLAN識別子を任意に選択することができる。VLAN識別子の選択を、複数の顧客間で調整する必要はない。それぞれのISPルータ300、302は、ただ1つのVLAN識別子空間にのみ関与する。アクセス・スイッチ22は、この1つのVLAN識別子空間と、NSPネットワーク10の多くのVLAN識別子空間との間で、VLAN識別子を変換する。NSPネットワーク10は、それぞれの別個のCVLANについて1つのVLAN識別子空間を持つ。それぞれのISPルータ300、302は、同じISPに属する1または複数の他のルータとVLAN識別子空間を共用することができ、またはそれ自身の専用VLAN識別子空間を持つことができる。

【0098】NSPは、ISPルータのアクセスを必要とするそれぞれの顧客のVLANと、それぞれのISPルータのVLAN識別子空間内における固有のVLANの間に関連づけを確立しなければならない。この関連づけは、顧客、NSPおよびISPの間で、以下のような三通りの一致を必要とする。

【0099】1. ISPは、それぞれの顧客について、どのサブネットがサポートされるかを知っている必要がある。NSPは、それぞれのサブネットに、自分のVLAN識別子のうちのどれを割り当てるかを決定する。

【0100】2. それぞれの顧客は、それぞれのサブネットのサブネット・マスクおよびルータIPアドレスを知っている必要があり、自分のVLAN識別子のうちのどれを、それぞれのサブネットに割り当てるかを知っている必要がある。

10

20

30

40

50

【0101】3. NSPは、そのサブネットをサポートするためにISPおよび顧客がとった決定によって作られたVLANの組み合わせ（ペアリング）を知っている必要がある。それぞれのサブネットについて作られたこのVLANの組み合わせを、VLAN変換アクセス・スイッチ22において、ルータ・アクセスVLAN識別子空間および顧客VLAN識別子空間の間を通るパケットのVLAN識別子を変更することができるよう構成しなければならない。

【0102】図9は、ネットワーク10およびISPルータ500、502の接続をサポートするよう適合されたアクセス・スイッチの第2の実施形態42を示す概略的なブロック図である。ISPルータ500、502は、多重仮想ルータ機能を備えたMPLSルータである。

【0103】アクセス・スイッチ42は、アクセス・スイッチ12、22と同様に、EDD120の形態の複数のアドレス割当て機構と、仮想多重スイッチ127の形態のルータとを備える。さらに、アクセス・スイッチ42は、多重スイッチ127およびEDD120のグループの間に接続された複数のVLANデマルチプレクサ222を備え、それぞれのVLANデマルチプレクサ222は、アクセス・スイッチ22と同様にそれぞれの出口アドレスに関連づけられている。それぞれのEDD120は、それぞれの仮想ポート122に接続される。それぞれの仮想ポート122には、それぞれのマルチプロトコル・ラベル・スイッチング（MPLS）変換器424が接続され、これらのMPLS変換器424は、MPLSスイッチ426に接続される。

【0104】幹線126上でカプセル化パケットを受け取ると、仮想多重スイッチ127は、そのカプセル化パケットを、その出口アドレスに従って選択されたVLANデマルチプレクサ222にルーティングする。選択されたVLANデマルチプレクサ222は、カプセル化パケットを、カプセル化パケットの入口アドレスに従って選択されたEDD120にルーティングする。この選択方式により、共通出口アドレスと、仮想ポート122の別個のセットのうちの特定のセット内の仮想ポート122に対応する入口アドレスとを持つすべてのカプセル化パケットが、その出口アドレスと、仮想ポート122のその特定のセットとに関連づけられたEDD120にルーティングされることが保証される。

【0105】選択されたEDD120は、パケットをカプセル分解し、それぞれの仮想ポート122を介してそれぞれのMPLS変換器424に転送する。MPLS変換器424は、パケットにそれぞれのMPLSラベルを付加する。MPLSラベルは、入口仮想ポート122を含む仮想ポート122のセットに対応する。すなわち、これは、仮想ポートのそのセットに対応するCVLANに特定のものである。MPLS変換器424は、その結

果としてのパケットを、MPLSスイッチ426に転送する。MPLSスイッチ426は、パケットを、外部ルータ500にルーティングする。外部ルータ500は、CVLANに固有のMPLSラベルを使用して、CVLAN間の分離を保持する。

【0106】MPLSスイッチ426は、外部ルータ500のうちの1つからパケットを受け取ると、そのパケットを、受信パケットのMPLSラベルに従って選択されたMPLS変換器424にルーティングする。MPLS変換器424は、そのそれぞれの仮想ポート122を介して、パケットを、それぞれのEDD120に転送する。EDD120は、そのそれぞれの仮想ポート122に対応する入口アドレスと、その宛先アドレスに対応する出口アドレスと共に、パケットをカプセル化し、カプセル化されたパケットを、VLANデマルチプレクサ222に転送する。VLANデマルチプレクサ222は、カプセル化パケットを仮想多重スイッチ127に転送し、出口アドレスに従ってルーティングする。

【0107】上述の構成により、ネットワーク10内の特定のCVLANを、第1の外部ルータ500または複数のルータ500によってサポートされる第1のMPLSラベル空間内の1つのMPLSラベルに対応づけることができる、ということに留意されたい。ネットワーク10内の同じCVLANを、第2の外部ルータ502または複数のルータ502によってサポートされる第2のMPLSラベル空間内の他のMPLSラベルに対応づけることもできる。

【0108】図10は、ネットワーク10およびISPルータ700の接続をサポートするよう適合されたアクセス・スイッチ62の第3の実施形態を示す概略的なブロック図である。

【0109】アクセス・スイッチ62は、アクセス・スイッチ12、22、42と同様に、EDD120の形態の複数のアドレス割当て機構と、仮想多重スイッチ127の形態のルータとを備える。さらに、アクセス・スイッチ62は、多重スイッチ127およびEDD120のグループの間に接続された複数のVLANデマルチプレクサ222を備え、それぞれのVLANデマルチプレクサ222には、アクセススイッチ22、42の場合と同様に、それぞれの出口アドレスが関連づけられている。それぞれのEDD120は、それぞれの仮想ポート122に接続される。それぞれの仮想ポート122には、それぞれの仮想プライベートルータ624が接続され、それぞれの仮想プライベートルータ624は、それぞれのネットワーク・アドレス変換器626に接続される。

【0110】幹線126でカプセル化パケットを受け取ると、仮想多重スイッチ127は、そのカプセル化パケットを、出口アドレスに従って選択されたVLANデマルチプレクサ222にルーティングする。選択されたVLANデマルチプレクサ222は、カプセル化パケット

を、カプセル化パケットの入口アドレスに従って選択された EDD 120 にルーティングする。この選択方式により、共通出口アドレスと、仮想ポート 122 の別個のセットのうちの特定のセット内の仮想ポート 122 に対応する入口アドレスとを持つすべてのカプセル化パケットが、その出口パケットと、仮想ポート 122 のその特定のセットとに関連づけられた EDD 120 にルーティングされることが保証される。

【0111】選択された EDD 120 は、パケットをカプセル分解し、それを、それぞれの仮想ポート 122 を介してそれぞれの仮想プライベートルータ 624 に転送する。仮想プライベートルータ 624 は、それぞれのネットワーク・アドレス変換器 626 に接続されたルータ 700 に対応する宛先 IP アドレスを持たないパケットを破棄し、ルータ 700 に対応する宛先アドレスを持つパケットを、それぞれのネットワーク・アドレス変換器 626 に転送する。ネットワーク・アドレス変換器 626 は、宛先アドレスを、顧客のプライベート IP アドレス空間内のプライベート IP アドレスから、パブリック IP アドレス空間内の対応するパブリック IP アドレスに変換する。ネットワーク・アドレス変換器 626 は、変換された IP アドレスと共にパケットを、ルータ 700 に転送する。

【0112】ネットワーク・アドレス変換器 626 は、外部ルータ 700 のうちの 1 つからパケットを受け取ると、受信パケットの宛先アドレスを、パブリック IP アドレスから、NSP ネットワーク 10 のプライベート IP アドレス空間内の対応するプライベート IP アドレスに変換する。ネットワーク・アドレス変換器 626 は、そのパケットを、変換された IP アドレスと共に、それぞれの仮想プライベートルータ 624 に転送する。仮想プライベートルータ 624 は、パケットの DA フィールドに、対応する MAC 宛先アドレスを付加し、その結果のパケットを、そのそれぞれの仮想ポート 122 を介して、そのそれぞれの EDD 120 に転送する。EDD 120 は、そのそれぞれの仮想ポート 122 に対応する入口アドレスと、その宛先に対応する出口アドレスと共に、パケットをカプセル化し、カプセル化されたパケットを、VLAN デマルチプレクサ 222 に転送する。VLAN デマルチプレクサ 222 は、カプセル化パケットを仮想多重スイッチ 127 に転送し、出口アドレスに従ってルーティングする。

【0113】上述の構成により、ネットワーク 10 内の特定の CVLAN を、IP ルータ 700 内の IP アドレスの制限されたセットに対応づけることができることに留意されたい。

【0114】図 10 の構成においては、IP ルータのうちの 1 または複数の IP ルータをアクセス・スイッチ 62 に組み込んで、NSP ネットワーク 10 への直接接続に適切な IP ルータを提供することもできる。

【0115】NSP ネットワークの内の 1 または複数の仮想プライベート・ネットワークに対応する IP アドレスを、パブリック IP アドレスとして登録する場合には、図 10 のネットワーク・アドレス変換器 626 の一部または全部を省くことができる。

【0116】さらに、図 2、図 7、図 9 および図 10 のうちの 2 つ以上の構成を、単一のアクセス・スイッチに統合し、統合された構成間で仮想多重スイッチ 127 を共用することもできる。この場合、おおよび図 7、図 9 および図 10 のうちの 1 または複数の機能を図 2 の機能と組み合わせたネットワークでは、仮想プライベート・ネットワークを規定する仮想ポート 122 のそれぞれの別個のセットは、図 2 の実施形態の顧客ポート 123 のように、対応する物理ポートに 1 対 1 で対応するいくつかの仮想ポート 122 を含むことができる。これらの物理ポートには、それぞれ固有の物理アドレスが関連づけられる。仮想ポート 122 の他のグループを、それぞれのグループについて共通の物理ポートに接続することもできる。それぞれのこのような仮想ポート 122 には、共通物理ポートの物理アドレスと、仮想ポート 122 が関連づけられた仮想専用ネットワークを識別する何らかの他の識別子との固有の組合せが関連づけられる。この他の識別子は、仮想ポート 122 が関連づけられた仮想専用ネットワークを明白に判断するのに十分な入口アドレス、仮想専用ネットワーク識別子、VLAN 識別子、MPLS ラベル、または任意の他の識別子のうちのいずれか 1 つまたは複数の識別子であることができる。

【0117】以上、この発明の実施形態を、標準 IEEE 802.3 フレームおよび IEEE 802.1 プロトコルによって説明したが、この発明は、他のフレーム形式およびプロトコルと共に実施することもできる。上記では、IEEE 802.1 アドレスを使用したカプセル化について説明したが、フレームは、たとえば IP アドレスのような他のタイプのアドレスを使用してカプセル化することもできる。

【0118】上記およびその他の様々な形態は、特許請求の範囲によって定義されたこの発明の原理から逸脱しない。

【0119】

【発明の効果】NSP が、共用ネットワーク上にきわめて多数の VLAN を設けることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一実施形態による NSP ネットワークを示す概略的なブロック図。

【図 2】図 1 のネットワークのアクセス・スイッチを示す概略的なブロック図。

【図 3】アクセス・スイッチの顧客ポートにおいてデータ・フレームを受信したときの、図 1 のアクセス・スイッチのカプセル化／カプセル分解装置の動作を示すフローチャート。

【図 4】カプセル化／カプセル分解装置からカプセル化データ・フレームを受診したときの、図 2 のアクセス・スイッチの多重スイッチの動作を示すフローチャート。

【図 5】幹線上の他のスイッチからカプセル化データ・フレームを受信したときの、図 2 のアクセス・スイッチの多重スイッチの動作を示すフローチャート。

【図 6】多重スイッチからカプセル化データ・フレームを受信したときの、カプセル化／カプセル分解装置の動作を示すフローチャート。

【図 7】NSP ネットワークおよび ISP ルータの接続をサポートするよう適合されたアクセス・スイッチの第 1 の実施形態 22 を示す概略的なブロック図。

【図 8】図 7 のアクセス・スイッチの VLAN デマルチプレクサの動作の側面を示すフローチャート。

【図 9】NSP ネットワークおよび ISP ルータの接続をサポートするよう適合されたアクセス・スイッチの第 2 の実施形態 42 を示す概略的なブロック図。

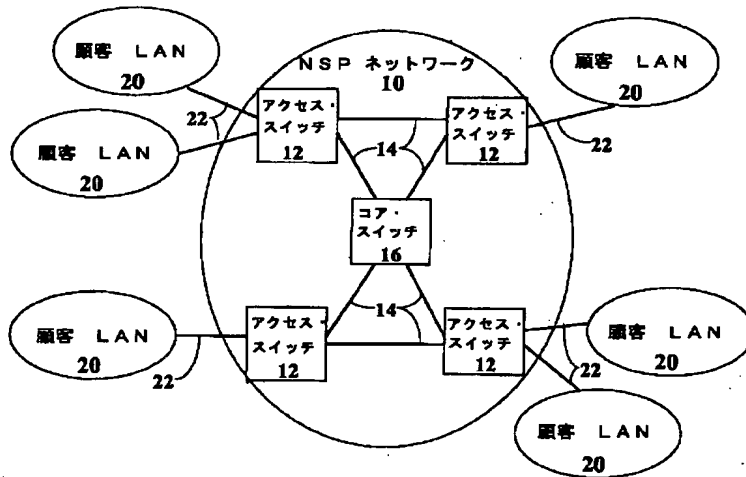
【図 10】NSP ネットワークおよび ISP ルータの接\*

\* 続をサポートするよう適合されたアクセス・スイッチの第 3 の実施形態 62 を示す概略的なブロック図。

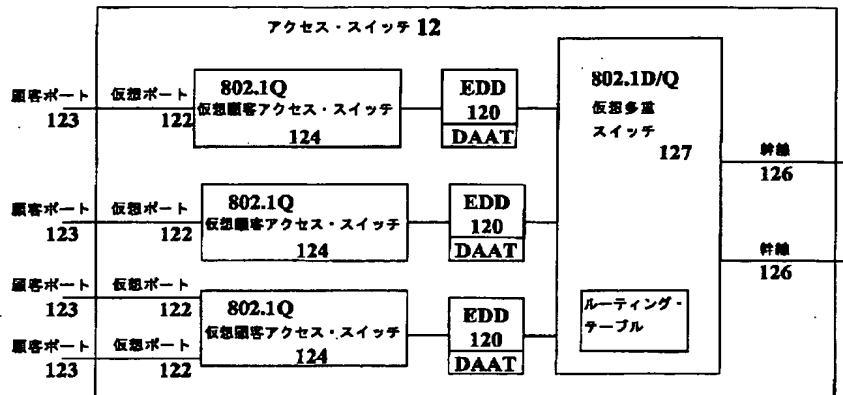
【符号の説明】

- 10 ネットワーク・サービス・プロバイダー・ネットワーク
- 12、22、42、62 アクセス・スイッチ
- 16 コア・スイッチ
- 20 顧客ローカル・エリア・ネットワーク
- 22 アクセス・リンク
- 120 カプセル化／カプセル分解装置
- 122 仮想ポート
- 123 顧客ポート
- 124 仮想顧客アクセス・スイッチ
- 127 仮想多重スイッチ
- 222 VLAN デマルチプレクサ
- 226 ルータ・デマルチプレクサ
- 300 ルータ

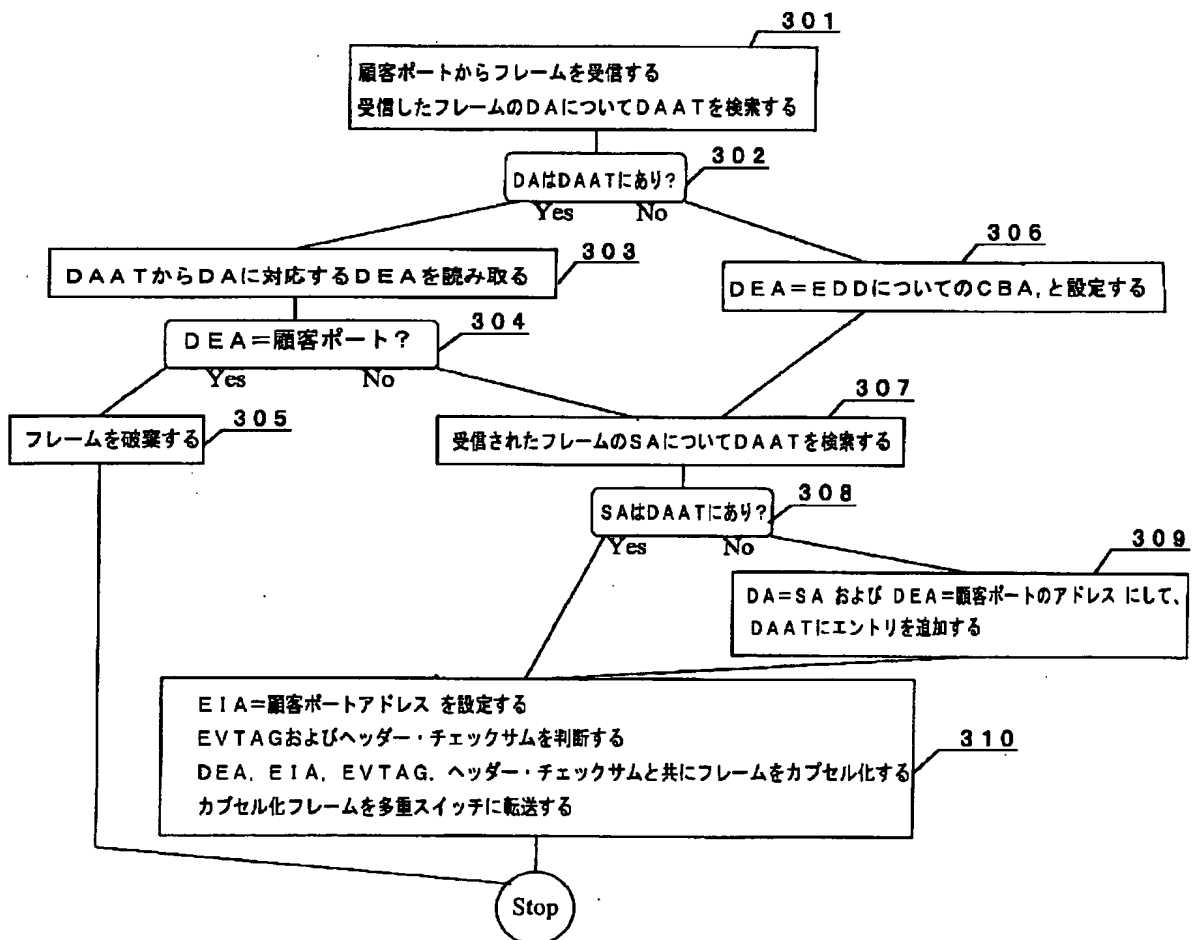
【図 1】



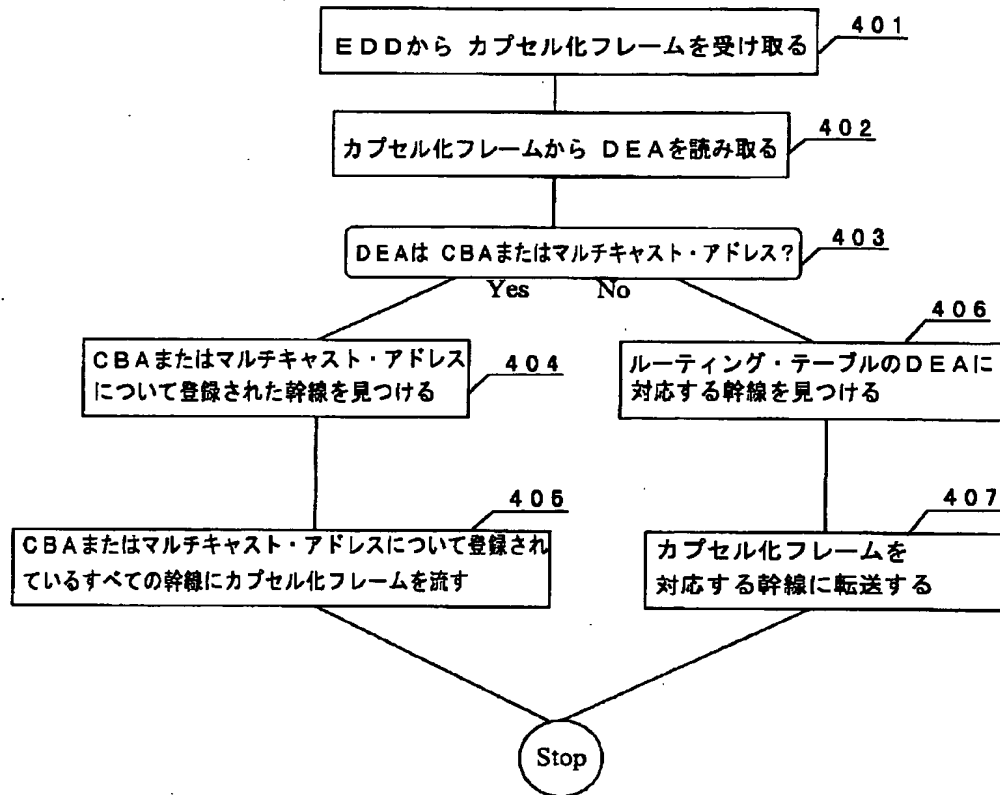
【図 2】



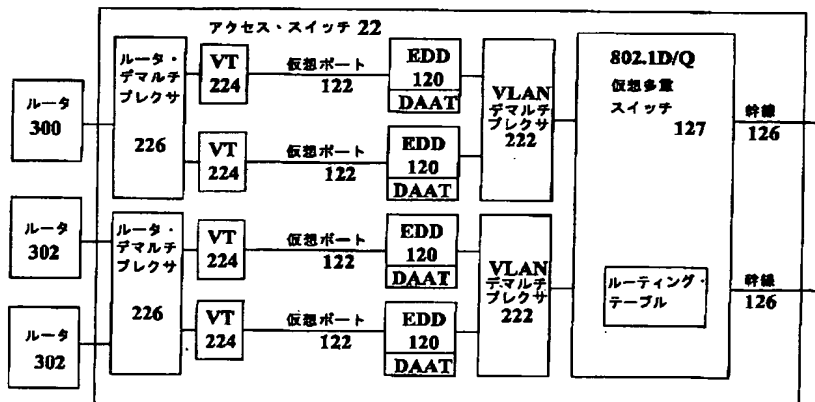
【図 3】



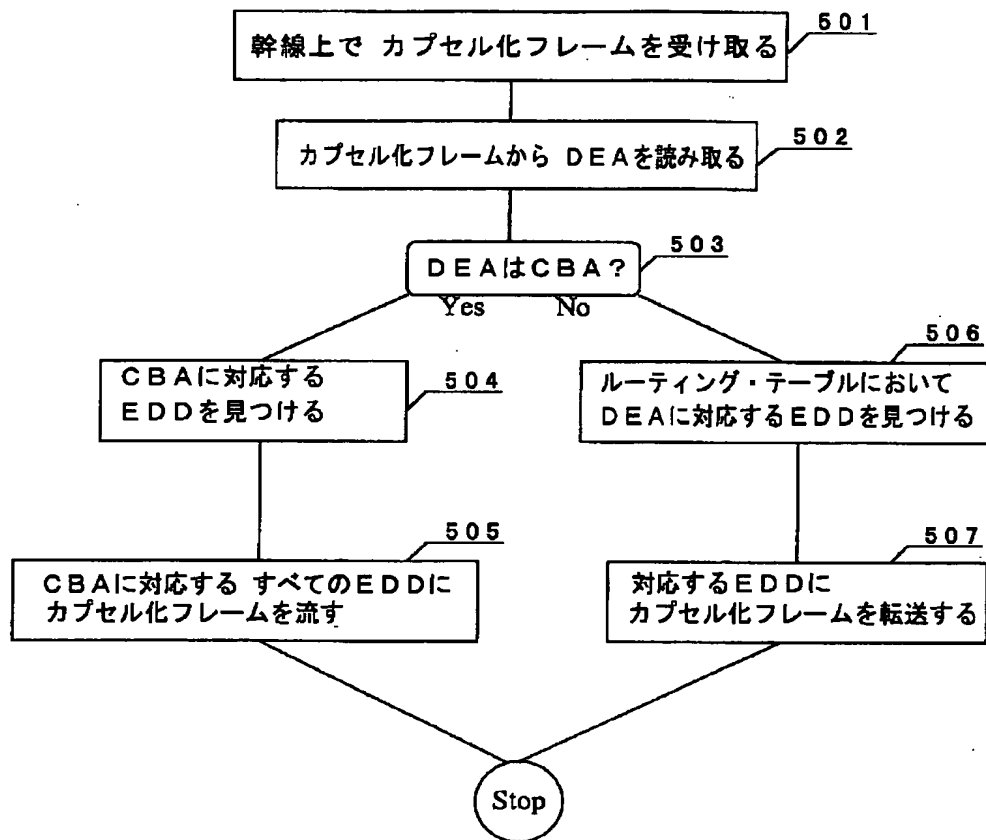
【図 4】



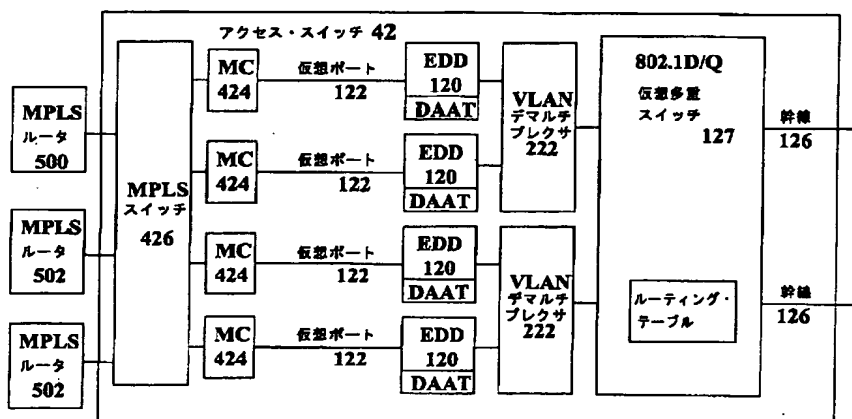
【図 7】



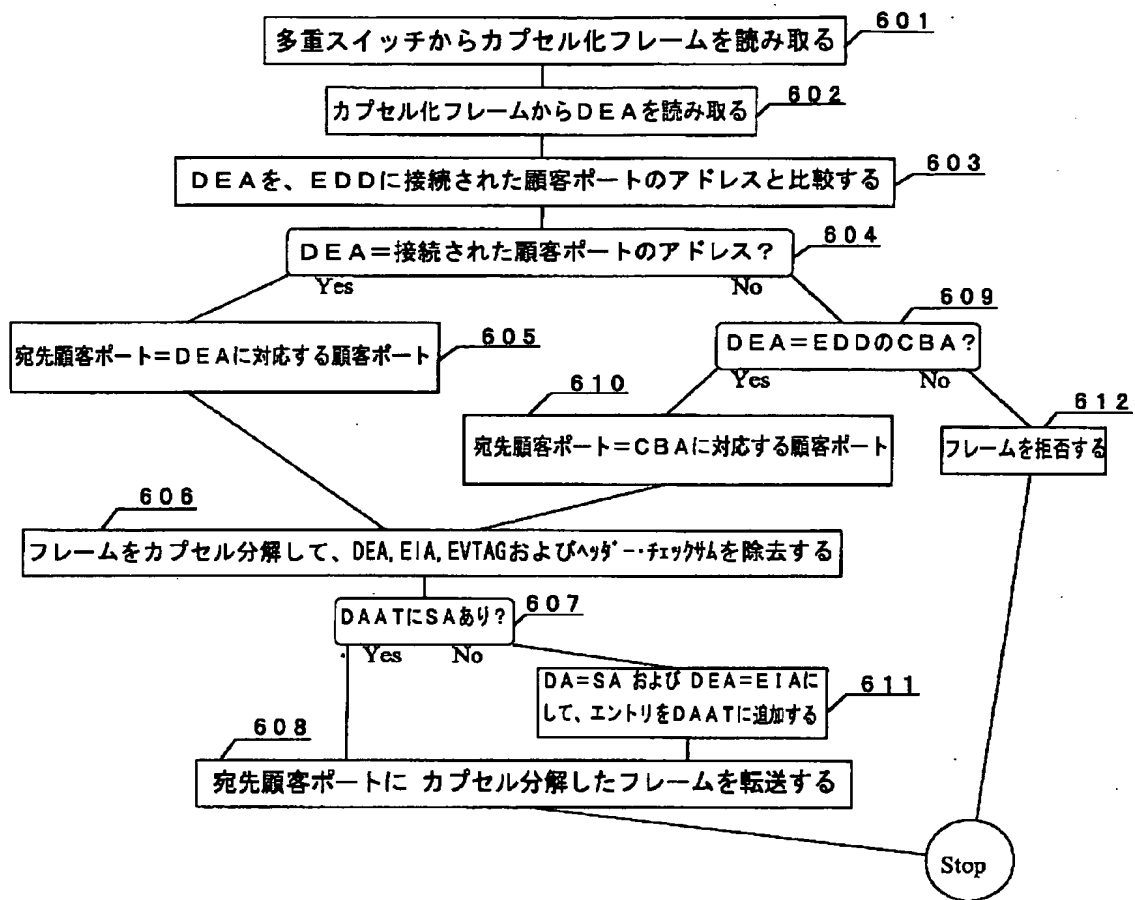
【図 5】



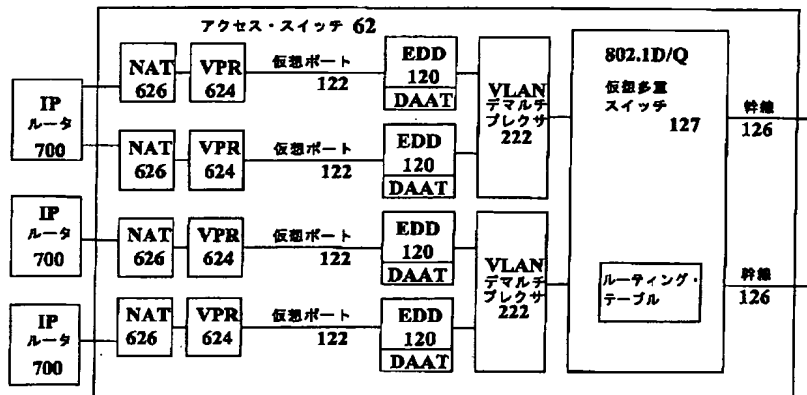
【図 9】



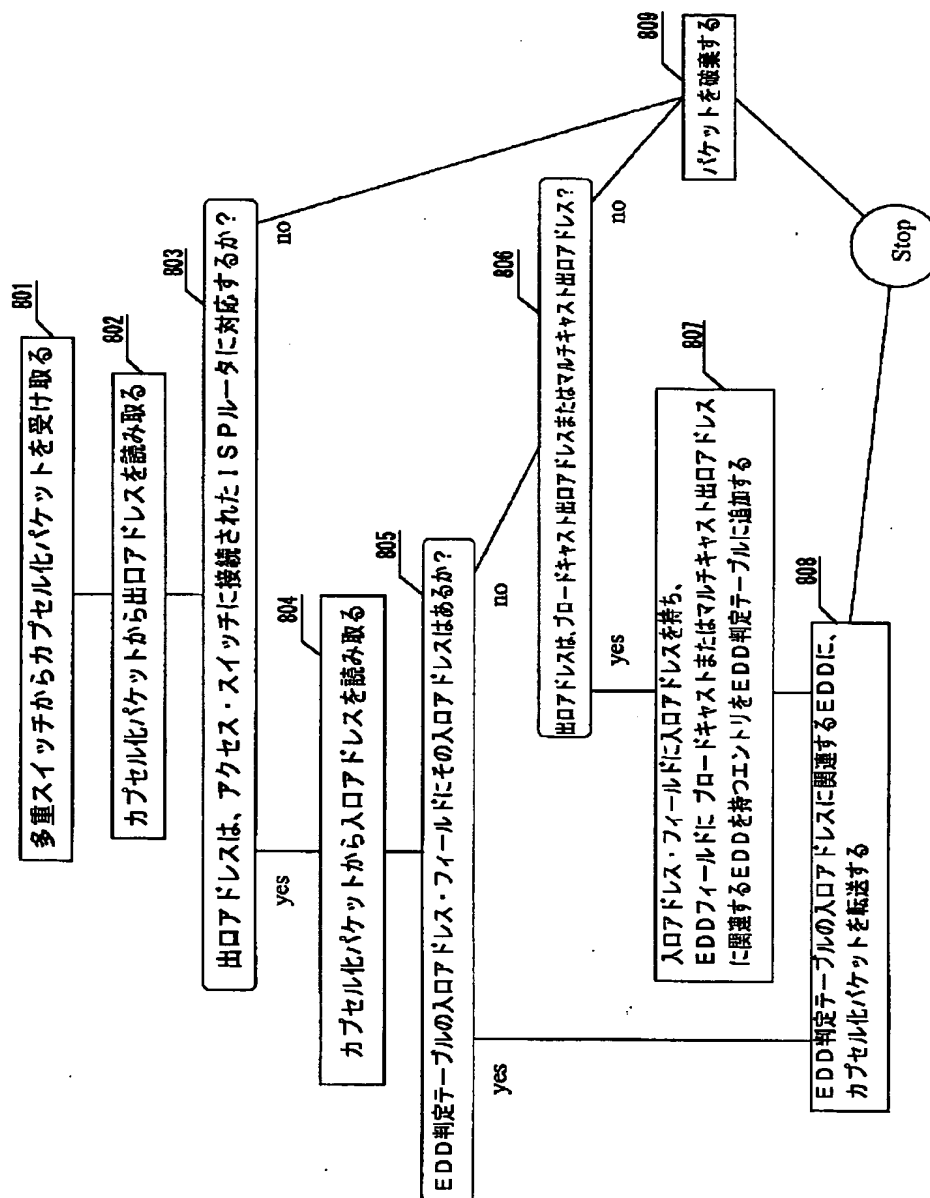
【図6】



【図10】



【図 8】



フロントページの続き

(71)出願人 390023157

THE WORLD TRADE CEN  
TRE OF MONTREAL, MON  
TREAL, QUEBEC H2Y3Y  
4, CANADA

(72)発明者 デビッド・マクドナルド・ディラニー  
カナダ、ケー2ピー、0ヴィー4、オンタ  
リオ、オタワ、ウェーバリーストリート  
142、アパートメント 2エー

(72) 発明者    ピーター・マーティン・ケニス・コトロー  
                 カナダ、ケー 0 エー、1 ビー 0、オンタリ  
                 オ、アシュトン、リンクスドライブ・サウ  
                 ス    5、アールアール    ナンバー 4

(72) 発明者    アラン・ジェームス・ハレン  
                 カナダ、ケー 2 ジェイ、1 ゼット 4、オン  
                 タリオ、ネビアン、アントラー・アベニ  
                 ュ    23